

*"Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"  
Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"*

*Evaluación de variedades de caña forrajera en las condiciones  
edafoclimáticas del norte de Las Tunas*

*Autor: Ing. José G. Leyva Quevedo  
Tutor: Dr.C. Anesio R. Mesa Sardiñas*

*Tesis presentada en opción al título académico de  
Master en Pastos y Forrajes*

*2012*

*"Año 54 de la Revolución"*

## *Dedicatoria*

*A mis padres por el gran honor y respeto que merecen al haber dedicado su vida a la formación ejemplar de la familia.*

## *Agradecimientos*

*Mis sinceros agradecimientos:*

*Al Dr.C. Anesio R. Mesa Sardiñas por su ayuda inmensa y el tiempo que me ha dedicado en la enseñanza profesional.*

*A la Dr.C. Marta Hernández, por ser el ejemplo a seguir por todo hombre de ciencia. Por la ayuda y la enseñanza brindada de forma sincera y desinteresada.*

*Al Ing. Manuel Ross Ballester, por su apoyo incondicional.*

*A todos aquellos Amigos, de todos los tiempos, que de forma sencilla y desinteresada pusieron su granito de arena para la realización de este trabajo.*

*A todos Muchas Gracias*

## Índice general

Introducción .....	1
Capítulo 1. Revisión bibliográfica.....	5
1.1 Introducción de la caña de azúcar en Cuba .....	5
1.2 Clasificación botánica de la caña de azúcar .....	6
1.2.1 Caracteres del género <i>Saccharum</i> .....	6
1.2.1.1 Raíz.....	6
1.2.1.2 Tallo .....	7
1.2.1.3 Hoja.....	7
1.2.1.4 Flor .....	8
1.3 Características morfológicas y comportamiento agroproductivo de las variedades estudiadas.....	8
1.3.1 Variedad: C137-81.....	9
1.3.2 Variedad: C86-503.....	9
1.3.3 Variedad: C90-530.....	10
1.3.4 Variedad B 63-118.....	10
1.4 Rendimiento agrícola de la caña de azúcar .....	11
1.4.1 Aspectos fisiológicos del rendimiento de la caña de azúcar .....	13
1.5 Valor nutritivo de la caña de azúcar .....	15
1.5.1 Digestibilidad de la caña de azúcar .....	18
1.6 Uso de caña de azúcar como forraje.....	19
1.6.1 Formas de ofertar la caña de azúcar al ganado .....	20
1.7 Asociación con otros cultivos .....	22
1.8 Influencia de los factores climáticos .....	23
Capítulo 2. Materiales y métodos .....	25
2.1 Ubicación del experimento .....	25
2.2 Condiciones climatológicas .....	25
2.3 Características edáficas .....	26
2.4 Diseño y tratamientos.....	27
2.5 Procedimiento experimental.....	27
2.6 Mediciones realizadas.....	28
2.6.1 Altura del tallo .....	28
2.6.2 Conteo de tallos.....	29
2.6.3 Pesaje del tallo y el cogollo .....	29
2.6.4 Hojas activas .....	29
2.6.5 Hojas secas .....	29
2.7 Procesamiento estadístico .....	29
Capítulo III. Resultados y discusión .....	31
CONCLUSIONES .....	45
RECOMENDACIONES.....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47

## Índice de tablas

Tabla 1. Distribución (%) de los suelo en Cuba según su agroproductividad. ....	3
Tabla 2. Ubicación taxonómica de la caña de azúcar.....	6
Tabla 3. Rendimiento anual y relativo de la caña de azúcar comprada con otras especies en el período menos lluvioso en Cuba.....	12
Tabla 4. Composición de la estructura vegetativa (%) en función del rendimiento agrícola. ..	16
Tabla 5. Composición bromatológica de la caña de azúcar .....	16
Tabla 6. Digestibilidad de la materia seca de cuatro variedades de caña de azúcar- .....	18
Tabla 7. Precipitaciones caídas (mm) en los últimos 10 años. ....	25
Tabla 8. Precipitaciones caídas (mm) durante el período experimental. ....	26
Tabla 9. Composición química del suelo en ambas localidades.....	26
Tabla 10. Tratamientos utilizados en los experimentos .....	27
Tabla 11. Variables medidas en ambas localidades.....	29
Tabla 12. Matriz de correlación entre los indicadores evaluados en la UBPC 1.....	34
Tabla 13. Matriz de correlación entre los indicadores evaluados en la UBPC 2.....	35
Tabla 14. Resultados del ACP y relación entre los indicadores evaluados en la UBPC 1.....	36
Tabla 15. Resultados del ACP y relación entre los indicadores evaluados en la UBPC 2.....	37
Tabla 16. Distribución de los individuos, media y desviación estándar según el análisis de conglomerados, en la UBPC 1.....	38
Tabla 17. Distribución de los individuos, media y desviación estándar según el análisis de conglomerados, en la UBPC 2.....	39

## Índice de gráficos

Fig. 1. Dendrograma en la localidad de la UBPC 1. ....	37
Fig. 2. Dendrograma en la localidad de la UBPC 2. ....	38

## Abreviaturas utilizadas

ACP	Análisis de componentes principales
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
Col	Colaboradores
EM	Energía metabolizable
g	Gramos
ha	Hectárea
INICA	Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar
kg	Kilogramos
K <sub>2</sub> O	Óxido de potasio
l	Litros
m	Metros
mm	Milímetros
MINAZ	Ministerio del Azúcar
MS	Materia seca
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Óxido de fósforo
T	Toneladas
VMCA	Virus del mosaico de la caña de azúcar
° C	Grados Celsius

## Resumen

Con el objetivo de evaluar el comportamiento agroproduktivo y fitosanitario de los cultivares del género *Saccharum officinarum* se utilizaron las variedades C 137-81, C 86-503, C 90-530 y la B 63-118. Se condujo un experimento en suelo del tipo Vertisol en dos parcelas diferentes, ubicadas la No 1 en la UBPC Velasco 20 y la No 2 en la UBPC Velasco 26. Pertenecientes a la Empresa Azucarera "Antonio Guiteras" del municipio de Puerto Padre en la provincia de las Tunas con un pH ligeramente ácido y un contenidos de materia orgánica de 2.81% y 2.43% respectivamente. Alto contenido de fósforo asimilable y medio el nivel de potasio. Para la siembra de los cultivares, se realizó una combinación de tecnología para la preparación del suelo con tractor y tracción animal, la siembra se realizó utilizando una distancia de plantación de 1.60 m de camellón por 0.60 m de narigón. El tamaño de los esquejes o tallos fue de 30 a 40 cm. contando cada uno entre tres y cinco yemas por tallos. La edad de la semilla fue de 10 meses y la profundidad de siembra se realizó de 18 a 20 cm. Para el tape se utilizó una azada con un espesor de suelo de tres a cinco cm. El estudio se realizó en condiciones de secano, sin fertilización, en la época de primavera. La cosecha se realizó a los 12 meses. El diseño empleado fue de Bloques al azar con cuatro réplicas con cuatro tratamientos. Las variables estudiadas fueron: Altura del tallo, grosor del tallo, tallos por plantón, peso de tallos verdes, peso del cogollo, hojas activas, hojas secas, masa comestible y biomasa producida. Por la importancia que se le atribuye a las interrelaciones entre la biomasa producida y sus componentes; en ese sentido se puede destacar en el experimento uno, la existencia de correlaciones, fuertes y positivas. ( $P \leq 0.05$ ) entre esta y el grosor del tallo, número de tallos y la cantidad de hojas activas y el peso del cogollo. En el experimento dos se pudo observar que las correlaciones fueron más altas y significativas para ( $P \leq 0.05$ ) en comparación a las obtenidas en el experimento uno. Las variables que más se correlacionaron con la biomasa producida fueron el No de tallos, el peso de los tallos y el peso del cogollo. En el resto de las variables se observaron correlaciones superiores.

Palabras clave: *Saccharum officinarum*, forrajes, evaluación de variedades

## Introducción

El crecimiento notable de la población mundial a partir de 1950 y las expectativas de un nivel de vida más alto son dos de los principales aspectos que impulsan la demanda creciente de productos agrícolas (FAO, 2009a), lo que impone una presión creciente sobre los recursos naturales, como la tierra, el agua, los bosques naturales y la biodiversidad. Al mismo tiempo, la industrialización, la comercialización y la globalización de la actividad económica han aumentado la presión sobre los recursos naturales, ya que tradicionalmente dichos recursos y los servicios del ecosistema han sido infravalorados o depreciados por el mercado y, en consecuencia, utilizados excesivamente. Asimismo, el cambio climático y la ampliación de la producción de biocombustibles como posible fuente de energía limpia someten las bases de recursos naturales de la Tierra a una presión adicional considerable (FAO, 2009b).

Adicionalmente a esta situación, la crisis económica mundial ha provocado efectos negativos en la economía cubana. Hoy, un problema presente en el mundo es el crecimiento de la población mundial frente a una disminución del área de la tierra cultivable cada vez mayor, lo que limita la disponibilidad de alimentos, no solo para la raza humana, sino también para los animales. (Pimentel y Patzek, 2005; Ramos, 2008; Freire de Sousa, 2010).

Es conocido que en el área tropical existen aproximadamente alrededor de 90 países con una extensión de 51 millones de km<sup>2</sup> y donde habita aproximadamente el 40% de la población mundial. Una característica que ha prevalecido durante muchos años es el hecho de que estas regiones presentan el más rápido crecimiento demográfico, pero con los problemas más graves en la producción total de alimentos. Tan es así, que la producción de leche y carne que logran producir estos países por unidad de superficie de pastizal, solo representa entre 10 al 25%, de lo que se considera como aceptable para países desarrollados de clima templado (Crespo, 2006). No obstante, el hombre dispone de conocimientos y tecnología para enfrentar estas situaciones.

Por otra parte, la investigación agraria ha desempeñado un papel fundamental en Cuba en cuanto a la seguridad alimentaria se refiere y en el desarrollo agropecuario, ya que al producirse el alza en los precios de los productos importados, el gobierno cubano procura reducir las importaciones y crear alternativas que puedan resolver los problemas cada vez más agudos que enfrenta Cuba.

En este país, la producción cañera, tanto para la industria azucarera como para la producción animal, necesita un vuelco total a la deprimida situación que presenta y específicamente en



la provincia de Las Tunas. Actualmente los rendimientos agrícolas son muy bajos los cuales no rebasan las 30 t/ha, por lo que hay que lograr el rescate de la caña por su importancia en la alimentación tanto para los humanos como para los animales. Ningún otro cultivo agrícola puede aportar lo que ofrece la caña, pues aporta azúcar y derivados de gran utilidad; además de la entrada de divisas al país, y el uso ilimitado que ofrece como forraje para la producción animal.

Hernández, Carballo, Mendoza y Fung (1994) plantearon que la alimentación es el problema más difícil de resolver en los sistemas de producción con bajos insumos, donde los recursos materiales y financieros son definitorios, lo cual impone como una necesidad el establecimiento de estrategias flexibles capaces de satisfacer los requerimientos de los animales.

Por otra parte, las empresas ganaderas del país enfrentan actualmente el reto de proporcionar al mercado los productos lácteos y cárnicos tan necesarios para la alimentación, de los cuales se ha deprimido la producción.

Para afrontar este reto es necesario plantear estrategias tecnológicas que permitan disminuir el efecto de la estacionalidad en la distribución de las lluvias, sobre la disponibilidad de los pastos en los potreros y la degradación de los ecosistemas, en particular la productividad de los suelos (Simón, López y Álvarez, 2010). En este contexto, la renovación y recuperación de los pastizales, unido a la reincorporación estratégica de plantas arbóreas y arbustivas en las áreas de pastoreo, se presentan como una alternativa tecnológica que contribuye a mejorar la producción del sector ganadero en los ecosistemas donde este se desarrolla.

La producción animal es una compleja cadena de interacciones que se vinculan con los resultados, a través de la capacidad genética de los animales y las condiciones sanitarias. Sin embargo, todo este potencial sólo puede ser expresado si se logra cubrir las necesidades alimentarias mediante una correcta nutrición. Para ello, es imprescindible que se realicen, de manera adecuada, el manejo, la alimentación y la suplementación (Mancilla, 2002).

También es conocido que los pastos y forrajes constituyen el alimento natural de los rumiantes y representa la fuente alimentaria de mayor abundancia a menor costo, además de no competir con la alimentación humana.

A este nivel de tipificación la estrategia debe ser mejorar la calidad de los recursos fibrosos y aumentar la producción de los mismos. Los concentrados, en especial, los de alto contenido de proteínas y energías son cada vez más escasos y costosos, por lo que es prácticamente prohibitivo su utilización en los rumiantes en Cuba y otros países subdesarrollados y se

deben destinar a otros animales que lo utilizan más eficientemente. La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) constituye el eslabón principal, ya que ofrece grandes posibilidades de utilización tanto de la planta como su gran variedad de subproductos y al evaluarla para la alimentación de rumiantes se clasificó en tres grupos que son:

- I. Variedades con alto valor forrajero (digestibilidad >50%)
- II. Variedades con medio valor forrajero (digestibilidad 40-49%)
- III. Variedades con bajo valor forrajero (digestibilidad <40%)

Por otra parte, es bien conocido que la ganadería cubana, según el último censo de pastos en Cuba (Paretas y González, 1990) ha decrecido ya que la misma contaba con un área bruta total de 2 675 167 hectáreas, de las cuales el 97,4% correspondía al área agrícola y de estas el 24.6% estaba ocupado por pastos cultivables.

Sin embargo, es de destacar que el 40% de área total se corresponde con suelos con problemas de retención de humedad (sequía) y el 30% son de deficiente drenaje interno.

Muy unido a esta situación, solamente el 15% de los suelos cubanos están catalogados de buena productividad; mientras que el 61 % son malos y muy malos (tabla 1),

Tabla 1. Distribución (%) de los suelo en Cuba según su agroproductividad.

No.	Estado	%
1	Bueno	15
2	Regular	24
3	Malo	47
4	Muy Malo	14

Fuente: Paretas y González (1990)

La provincia Las Tunas, últimamente no cuenta con gramíneas de buena calidad en los pastizales, también carece de cultivo de leguminosas arbóreas y herbáceas destinado al ganado bovino. Existen pocas áreas destinadas al cultivo de la caña forrajera y el insuficiente la producción de king grass por lo que se hace necesario incrementar los volúmenes de producción de forrajes y crecer con cultivos estratégicos tal como la caña (*S. officinarum*).

**Hipótesis:** Con la utilización de variedades de caña forrajeras adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del norte de la provincia de Las Tunas, será posible asegurar la alimentación del ganado fundamentalmente en la época más seca del año.

**Objetivo general:** Evaluar las variedades de caña forrajeras para conocer su comportamiento agroproductivo.

Entre los **objetivos específicos** que fundamentan la investigación están:

- ❖ Conocer el comportamiento de estas variedades de caña forrajeras en las condiciones agroecológicas de la costa norte de la provincia de Las Tunas.
- ❖ Contribuir al estudio de la regionalización de la caña de azúcar forrajera.

**Novedad científica:** Por primera vez se investigaron cuatro variedades con potencial forrajero en dos localidades de la provincia Las Tunas, lo que permitirá incrementar la política varietal forrajera con mayores rendimientos a los que se obtienen actualmente.

# Capítulo 1. Revisión bibliográfica

## 1.1 Introducción de la caña de azúcar en Cuba

Según la literatura, todo parece indicar que fue en la región intertropical del Indostán donde se cultivó por primera vez la caña de azúcar, por lo que se considera el sureste asiático como el centro de diversificación más importante para esta especie de acuerdo a las informaciones de Portieles, Rodríguez, Hernández, Canales y Cornide (2002). Este genocentro Indostano o centro indio, es donde se localiza el sitio de origen de la especie *Saccharum officinarum* L., ya que sus formas naturales son capaces de producir plantas a partir de sus semillas. La misma llegó a España en el siglo IX, y este país la llevó posteriormente a América en el siglo XV (Sánchez, 2009).

Las noticias que se tienen de la fecha exacta en que se introdujo la caña en Cuba, no son del todo confiable; lo más cierto es que llegó a Cuba en el año 1511 con los primeros pobladores que llegaron a la isla con Diego Velázquez, procedente de la Española, donde ya venía cultivándose desde hacía algún tiempo.

A finales del siglo XVI, se fundaron los primeros ingenios en la cercanía de La Habana, y un poco después en Santiago de Cuba y Bayamo. Con el incremento paulatino del cultivo de la caña se produce un constante avance de la frontera agrícola, a expensas de la destrucción de ecosistemas naturales, fundamentalmente de los bosques, que suministraban el combustible necesario para el funcionamiento de los ingenios azucareros.

El latifundio azucarero dominaba la agricultura cubana desde el siglo XIX y se extendió su expansión hasta mediado de la década del siglo XX.

Cada año en la isla la producción de azúcar crecía, alcanzando más de 30 000 toneladas en los primeros años de 1880, lo cual convertía a la Isla de Cuba en el primer productor en el mundo. Ya a finales del siglo XIX se había alcanzado el primer millón de toneladas de azúcar.

El agrónomo Álvaro Reinoso fue el primer cubano que sintetizó, desarrolló y escribió sus experiencias sobre este cultivo a finales del siglo XIX, orientando todo lo que era necesario emplear en esta creciente y nueva fuente de riqueza de la agricultura cubana: la caña de azúcar.

Actualmente en el país el cultivo de la caña de azúcar se encuentra distribuido a través de todo el territorio nacional donde ocupa alrededor de 800 000 hectáreas. El 92% de la

superficie agrícola está sembrada de caña de azúcar con 20 variedades comerciales netamente cubanas, obtenidas en el programa de mejoramiento de variedades en los últimos 30 años, según los apuntes de Rizzo (2008).

## 1.2 Clasificación botánica de la caña de azúcar

González (1997), cita la siguiente ubicación taxonómica de la caña de azúcar, según se puede apreciar en la tabla 2.

Tabla 2. Ubicación taxonómica de la caña de azúcar.

Reino	Vegetal
División	Espermatofita
Subdivisión	Magnoliofita
Clase	Liliatae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Tribu	Andropogonea
Género	Saccharum
Especies	<i>S. officinarum</i> , <i>S. spontaneum</i> y <i>S. barberi</i>

### 1.2.1 Caracteres del género *Saccharum*

En el género *Saccharum* se pueden encontrar tres especies fundamentales. Ellas son: *S. officinarum*, *S. spontaneum* y *S. barberi*, donde la primera es la más usada desde el punto de vista de la producción de azúcar y de alimentación animal.

#### 1.2.1.1 Raíz

Van Dellewijn (1973) plantea que cuando se planta un pedazo de caña, se desarrollan dos clase de raíces; primero raíces de la semilla vegetativa; y después las raíces de los vástagos. Los primeros son delgados y muy ramificados y los otros son gruesos, carnosos, blancos y muy ramificados.

Cuando la planta ha alcanzado su completo desarrollo y el sistema radical está completamente entrelazado, se extiende lateralmente a distancias que varían desde 0,40-1,00 m o más; la profundidad que alcanza varía, con la variedad, las condiciones de cultivo, las características del suelo, y la humedad.

Fernández, Dávila y del Toro (1983) `plantearon que una de las características del crecimiento y desarrollo de la parte aérea de la caña es la semejanza con el crecimiento de la parte radical. Así el crecimiento de las raíces es lento en las etapas iniciales durante su desarrollo.

#### **1.2.1.2 Tallo**

González (1997) señala que el tallo de la caña de azúcar es el órgano encargado de almacenar las sustancias de reserva en forma de carbohidratos, tales como: glucosa, fructuosa y sacarosa; esta última es el producto orgánico que fundamenta su cultivo económico.

El tallo o la llamada caña, es más o menos cilíndrico en su sección transversal, dividido en nudos y entrenudos, igual que otros miembros de la familia *Poaceae* o gramíneas.

Van Dellewijn (1973) plantea que los tallos se componen de entrenudos que en su base comienzan muy cortos, aumentando después gradualmente de longitud, hasta llegar a un máximo, después de lo cual comienza ya el decrecimiento.

La punta del tallo tiene poco valor para la fabricación de azúcar. Sin embargo, contiene abundantes yemas relativamente, además acumula la reserva de nutrientes para los procesos fisiológicos, aspectos que lo hace importante para la siembra.

Se propaga asexualmente por medio de los entrenudos o canutos, ya que contienen las yemas. Cada yema puede desarrollarse en un tallo primario el cual a su vez forma tallos secundarios y este a la vez terciarios, según el polinomio de ahijamiento de la especie *Saccharum officinarum*.

#### **1.2.1.3 Hoja**

Es el órgano de asimilación y a su vez la encargada de mantener el equilibrio de respiración y la fotosíntesis. Es la unidad donde se elaboran los compuestos orgánicos e inorgánicos para su crecimiento y desarrollo, a través de la materia prima que recibe del aire (dióxido de carbono) y del suelo (agua y nutrientes).

Fernández *et al.* (1983) plantean que las hojas tienen formas lanceoladas lineales, largas y agudas. Presentan un nervio central fuerte y se encuentran de forma alterna en el tallo. Son de color verde y cambian de tonalidad de acuerdo con la variedad y las condiciones de

desarrollo de la planta. Además presentan un borde dentado. Las mismas están formadas por tres partes fundamentales: vainas, lígula, y limbo.

Además en esta se encuentran el dewlap y las aurículas, las cuales sirven para la identificación de las variedades.

El número de hojas varía con la edad de la planta y la variedad, por lo que en edades tempranas del crecimiento el número de estas es pequeño y aumenta gradualmente según las plantas van envejeciendo.

Por otra parte, el color de las hojas varía de verde claro a oscuro. Sin embargo, es posible encontrar variedades con colores púrpura o verde-purpúrea. Esto se debe a una mayor acumulación de antocianina. En ocasiones se presentan variegaciones y albinismos debido a anomalías fisiológicas o genéticas (Estévez, Cock, Hernández e Irving, 1995).

#### **1.2.1.4 Flor**

La inflorescencia de la caña de azúcar es una panícula sedosa en forma de espiga. Está constituida por un eje principal con articulaciones donde están insertas las espiguillas, una frente a la otra. Cada espiguilla contiene una flor hermafrodita con tres anteras y un ovario con dos estigmas. Cada flor está rodeada por pubescencias largas que le dan a la inflorescencia un aspecto sedoso (López, 2010). En cada ovario hay un óvulo el cual, una vez fertilizado, da origen al fruto o cariósipide. El fruto es de forma ovalada de 0,5 mm de ancho y 1,5 mm de largo, aproximadamente.

### **1.3 Características morfológicas y comportamiento agroproductivo de las variedades estudiadas.**

En Cuba y en el mundo las variedades están sujetas al deterioro, lo que obliga a su renovación y reemplazo irreversible por nuevas con mayor adaptabilidad a las diferentes condiciones edafoclimáticas y un comportamiento fitosanitario superior a las existentes (Jorge, Jorge y Bernal, 2010).

La sustitución de una variedad de caña de azúcar cuando han declinado sus cualidades productivas es una práctica común en todos los países productores de caña, según Milanés y Anderez (citados por Bernal, Morales, Gálves y Jorge, 1997)

Las variedades que se estudiaron en esta tesis fueron:

### 1.3.1 Variedad: C137-81

Es el resultado de la hibridación entre los progenitores: B 74 - 343 x Merceditas. El tallo es de color verde normal de 3 cm de diámetro y 295 cm de longitud, buena calidad, el entrenudo es de forma ligeramente tumescente y presenta rajaduras de crecimiento.

El limbo de color verde normal de 141 cm de longitud y 6 cm de ancho, dewlap triangular, vaina de color verde con visos morados, de 30,4 cm de longitud y 8,6 cm de ancho, no tiene espinas.

Tiene buena germinación, el hábito de crecimiento es ligeramente abierto que cierran los campos; el despaje es regular, no florece, presenta buen retoñamiento, la población es de 8 a 10 tallos por metro y el contenido de fibra 12%, se recomienda para los suelos Ferralíticos, Pardos y Oscuros plásticos (Ferrasols, Cambisols, Vertisols) de la provincia de Sancti Spiritus, Ciego de Ávila y Las Tunas, fundamentalmente.

Es una variedad muy aceptable, resistente a la sequía, presenta deterioro de sus tallos en ciclo largo. Muestra alto rendimiento agrícola y aceptable contenido azucarero. Se obtienen buenos resultados en la primavera.

Resistente al virus mosaico de la caña de azúcar (VMCA), al carbón (*Ustilago citaminea*) y a la roya (*Puccinia melanocephala*).

### 1.3.2 Variedad: C86-503

Es el resultado del cruzamiento entre los progenitores C568-75 x Ja 60-5. El tallo es de color verde- amarillento con visos morados, de 2,93 cm de diámetro y 295 cm de longitud, es de buena calidad. Los entrenudos tienen forma cilíndrica de 11,2 cm de longitud. No presenta rajaduras de crecimiento.

La yema es ovalada, las hojas son de color verde normal, de 158 cm de longitud y 5,4 cm de ancho, dewlap triangular, aurícula transicional, lígula en forma de cuarto creciente y vaina de color verde, con 31 cm de longitud y 8,9 cm de ancho, presenta pocas espinas.

Tiene buena germinación, hábito de crecimiento abierto, el establecimiento es temprano, con buen despaje, escasa floración, buen retoñamiento, población de 12-14 tallos por metro, y el contenido de fibra de 12,5%. Es resistente a la sequía, con buen comportamiento en condiciones adversas de suelo y de clima. Se recomienda para los suelos Oscuros Plástico (vertisols). Presenta alto rendimiento agrícola y aceptable contenido azucarero. Resistente al



VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), a la roya y al carbón; debe ser manejada como variedad de ciclo corto, es de madurez intermedia.

### **1.3.3 Variedad: C90-530**

Es el resultado del cruzamiento entre los progenitores My 5514 X Co – 421. El tallo es de color morado con visos amarillentos de forma recta, de 270 cm de altura, 2.68 cm de diámetro y con buena calidad del tallo. Los entrenudos son cilíndricos y en ocasiones ligeramente conoidal de 12 cm de longitud, sin rajaduras de crecimiento, canal de la yema, posee marcas de temperatura y pocas rayitas de corcho, banda cerosa distribuida por todo el entrenudo. Nudo ligeramente cilíndrico y anillo de crecimiento recto frente a la yema. Yema oval separada de las cicatrices foliares y toca el anillo de crecimiento, limbo de color verde de 137 cm de longitud y 4,5 cm de ancho, dewlap triangular, auricular transaccional y en ocasiones lanceolada, lígulas aritméticas horizontales, vainas verdes con visos morados de 26 cm de longitud y 11 cm de ancho. Presenta 6 hojas activas y pocas espinas.

Buena brotación, crecimiento erecto cierre temprano, despoje regular, florece el 15% aproximadamente, buen retoñamiento, la población es de 11 tallos por metro lineal. Presenta 12-13% de contenido de fibra en sus tallos. Posee un alto rendimiento agrícola y aceptable rendimiento azucarero, se recomienda para suelos Oscuros Plásticos de la provincia de Holguín; ha mostrado buena adaptación a suelos reseccantes de la provincia de La Habana, Las Tunas y Santiago de Cuba. Resistente al VMCA y la roya.

### **1.3.4 Variedad B 63-118**

Surgió como resultado del proceso de hibridación entre los progenitores B 4906 x B 49119. El tallo es de color verde con visos morados amarillentos, de 2,8 cm de diámetro y 280 cm de longitud, buena calidad. Entrenudos ligeramente conoidal de 10,2 cm de longitud que se unen en forma de zig-zag, abundante banda cerosa de color blanco en los entrenudos muy jóvenes y negra en los más maduros, presenta abundante rayas de corcho, escasas marcas de temperaturas sin canal de la yema ni rajaduras de crecimiento.

La yema es ovalada, pequeña, presenta además poro germinal apical de apéndice alto. En los ciclos cortos de desarrollo, las yemas no brotan, el follaje es de color normal, estos con longitud de 30 cm y ancho de 6,6 cm con muchas espinas.

Buena germinación, hábitos de crecimiento oblicuo a recto, establecimiento del campo temprano, despaje regular, florece el 1.5%, buen retoñamiento, población de 9 a 11 tallos movibles por metro, el contenido de fibra es de 12-13,5%; se recomienda para suelos Oscuros Plásticos y Pardos (Vertisols y Cambisols). Presenta alto rendimiento agrícola. Resistente al VMCA, a la roya y al carbón.

#### **1.4 Rendimiento agrícola de la caña de azúcar**

La caña de azúcar es una planta perenne con alta producción de hojas y de tallos que en su madurez, presenta la mitad de su biomasa en forma de azúcares (Preston, 1993).

Esta planta es la más eficiente colectora de energía solar, que es almacenada en grandes cantidades de follaje en forma de fibra y azúcares (Ordóñez, 1996). Debido a su amplia distribución en el trópico, su alta productividad, resistencia a la sequía y a las plagas, presenta un gran potencial para la alimentación de los monogástricos y de rumiantes (Vieira, 1997).

Es posiblemente la gramínea de mayor rendimiento en biomasa por unidad de área (397t/hade materia seca) y de tiempo, superando a otras plantas de alto rendimiento como el maíz y el trigo. La capacidad de la caña de azúcar de mantener su digestibilidad con la madurez le proporciona una ventaja importante como alimento para los bovinos, especialmente durante la época seca, cuando todas las otras gramíneas están poco disponibles y con baja calidad, según Roque, Sosa y Gómez (2002).

Oquendo (2006) al comparar el rendimiento anual de la caña de azúcar y otras gramíneas tropicales utilizadas en la ganadería durante el período de menos precipitaciones, observó que esta especie fue muy superior en cuanto a la producción de biomasa (tabla 3).

Entre los factores que definen el rendimiento agrícola del cultivo de la caña de azúcar se encuentran la variedad, la edad, el tipo de cepa, las condiciones edafoclimáticas y el manejo de la plantación; y los efectos que se tienen en cuenta son la altura del tallo, el grosor, el peso del tallo y peso del cogollo, número de tallos por plantones y la población con que cuenta el campo según el marco de plantación. Los componentes con mayor influencia en este cultivo son el número de tallos y el peso de estos (Rincón, 2005).

Este mismo autor evaluó además, un grupo de variedades de caña de azúcar para la producción animal. Estas fueron: República Dominicana 7511, Puerto Rico 1141, Cenicaña 8475, Mayarí 5465, Africana 76F1556, Canal point 821328, Ragnar, Janorú 6419, Sao Pablo

701284 y S-68. Obtuvo de las evaluaciones realizadas durante dos años, que en los cuatro meses secos (diciembre, enero, febrero y marzo), la variedad con mayor altura fue la Cenicaña con 4,15 m en el primer año y 3,03 m en el segundo año. La cantidad de tallos en 10 m lineales fue más alto ( $P<0.05$ ) en la variedad Janorú 6419 con 114 y 110 tallos en el año 1 y 2, respectivamente.

Tabla 3. Rendimiento anual y relativo de la caña de azúcar comprada con otras especies en el período menos lluvioso en Cuba.

Especie	Rendimiento. (t/ha de MS)	Rendimiento relativo (%) Período seco
<i>Andropogon gayanus</i> (gamba)	19	27
<i>Brachiaria decumbens</i> (insugente)	17	23
<i>Chloris gayana</i> (rhodes)	16	37
<i>Cynodon dactylon</i> (bermuda)	17	24
<i>Cynodon nlemfuensis</i> (estrella)	19	26
<i>Digitaria decumbens</i> (pangola)	14	15
<i>Panicum maximum</i> (guinea)	20	26
<i>Sorghum bicolor</i> (sorgo)	23	32
<i>Pennisetum purpureum</i> (elefantes)	25	28
<i>Saccharum officinarum</i> (caña de azúcar)	32	50

Por otra parte, informó además que la más alta producción de tallos ( $P<0,05$ ) se obtuvo en la variedad Cenicaña 8475 en el primer año con 66,7 t/ha. En el segundo año de evaluación, las variedades de mayor rendimiento fueron la Cenicaña 8475 y la Janorú 6419 con 60,7 y 61,7 t/ha de tallos respectivamente. La producción de hojas también fue superior significativamente en las variedades Cenicaña 8475 y Janorú 6419 con 15 t/ha en el primer año y en el segundo año con 23 t/ha.

La caña de azúcar es una planta que fija entre 100 mg de  $\text{CO}_2/\text{dm}^2$  de área foliar por hora. Produce una elevada cantidad de materia seca en un período de 365 días, obteniéndose una tasa de crecimiento medio de 18 g/m<sup>2</sup>/día, equivalente a la producción de 65,70 t de tallos/ha.

Castro, Andrade, Botrel y Evangelista (2009) evaluaron la producción de fitomasa de la caña de azúcar (tallos y hojas), cuando analizaban tres variedades, en tres períodos diferentes y constataron que la producción media de masa verde fue de 144,98 t/ha (124,03 t de tallos/ha y 20,95 t de hojas /ha).

En otras investigaciones se informa que esta gramínea tropical proporciona un elevado rendimiento de forraje por área, alcanzando promedios hasta de 200 t/ha/año de forraje verde (tallos + hojas) en México y hasta 450 t/ha/año en Colombia, cortada a intervalos de 10-12 meses. Mientras que en Cuba, en otras variedades evaluadas, el rendimiento obtenido fue de 68 y 81,2 t/ha/año cortadas a intervalos de cuatro y ocho meses respectivamente. En Venezuela no se conocen investigaciones profundas que reporten rendimientos de forraje verde por hectáreas al no ser algunas investigaciones preliminares realizados por el INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas) donde se alcanzaron rendimientos de 55 y 73 t/ha en campos de cañas cortadas a intervalos de 4 a 6 meses respectivamente (Urdaneta, 2005).

Agrega este investigador que las producciones de caña de azúcar como forraje, equivalen a mantener en la época seca entre 36-88 animales por hectárea, cuando las producciones de forraje verde de caña (hoja + tallo) se encuentran entre 65 y 158 t/ha, necesitándose 1,8 t de caña de azúcar por animal (de 450 kg PV) durante 90 días.

Por otra parte, en Argentina, la caña de azúcar, tiene una producción media de 100 t/ha; aunque puede alcanzar rendimientos de hasta 200 t/ha y según cálculos efectuados al respecto, esta contiene unas 40 toneladas de celulosa, y 60 de jugos, por lo que se puede predecir en este caso, que posee un 16 % de azúcares totales, según Vassallo (2007).

Algunos productores en Paraguay utilizan este cultivo como forraje para vacas lecheras desde hace varias décadas. Si bien suele ser utilizada todo el año por ellos, la caña de azúcar es especialmente relevante en los periodos críticos de sequía y la estación invernal. Durante estos periodos, esta gramínea proporciona a los animales alimento energético de calidad.

También se ha establecido, que 1 ha de caña de azúcar es suficiente, como complemento, en la dieta para 30 a 40 vacas lecheras, en los sistemas de producción que tienen como fuente principal de forraje pasturas cultivadas de gattonpanic, estrella y pangola, según los estudios realizados por Cabrera (2008 y 2010).

#### **1.4.1 Aspectos fisiológicos del rendimiento de la caña de azúcar**

Estudios realizados por Pereira De Souza *et al.* (2008) y Souza *et al.* (2010) confirmaron que las plantas de caña de azúcar que crecieron con elevadas concentraciones de CO<sub>2</sub> mostraron al final del período de crecimiento un incremento del 30% en la fotosíntesis y 17% en la altura. Esto significó una acumulación de 40% o más de biomasa en comparación con

las plantas que crecieron en ambiente normal de CO<sub>2</sub>. Estos datos sugieren que la caña de azúcar incrementa la productividad cuando existe una alta concentración de CO<sub>2</sub> y pudiera estar relacionado con lo observado previamente para el maíz, el sorgo, entre otros (Salgado *et al.*, citado por Cuéllar, León, Gómez, Piñón, Villegas y Santana, 2003), ratificando lo planteado anteriormente.

En este sentido, Chaves (2008) en una amplia revisión del tema, apunta que la caña de azúcar se considera como una planta excepcional entre las plantas comerciales ya que posee varias ventajas y atributos de índole anatómico y fisiológico que la tipifican, como:

- dispone de un índice de área foliar (IAF  $\approx$  4-10) asimilador de luz muy amplio, que favorece y hace eficiente la absorción de la radiación solar.
- la disposición vertical de sus hojas durante su mayor periodo de crecimiento, contribuye significativamente al punto anterior.
- fotosintéticamente es altamente eficiente y pertenece al grupo privilegiado de las Ciclo C<sub>4</sub> (vía ácido dicarboxílico).
- posee dos juegos de cloroplastos (células del mesófilo y células de la vaina vascular) que promueven su alta eficiencia fotosintética en la captura y uso del CO<sub>2</sub> la cual se da por dos vías:
  - vía normal C<sub>3</sub> de Calvin
  - vía alternativa C<sub>4</sub>.
- es capaz de incrementar su tasa fotosintética por aumento de la luminosidad, por lo que califica como una planta de sol y de luz.
- posee un alto Punto de Compensación lo que le permite alcanzar altos valores de fijación de CO<sub>2</sub>; ello se corresponde en una eficiencia del 5-6% de conversión de energía solar.
- su velocidad de fotosíntesis es cerca de 2-3 veces superior a la de las gramíneas tipos C<sub>3</sub>, presentando una capacidad fotosintética de 34 a 86 mg de CO<sub>2</sub>/dm<sup>2</sup>/h.
- tolera condiciones extremas (altas y bajas) de temperatura.
- tolera condiciones hídricas extremas (sequía, inundación);
- tiene la capacidad y la ventaja de poder fotosintetizar con los estomas prácticamente cerrados, lo que duplica su eficiencia en el uso del agua y su transpiración relativa en comparación con otras gramíneas tipo C<sub>3</sub>.
- no posee respiración aparente por lo que no “*desperdicia energía metabólica potencial*”.

- dispone de una enorme capacidad para producir masa verde compuesta por almidones, azúcares, compuestos lignocelulósicos y agua.
- dispone de un poderoso sistema radical compuesto de tres tipos de raíces: a) superficiales-ramificadas y absorbentes:
  - de fijación más profunda
  - cordones que profundizan hasta 6 m que le dan una enorme capacidad de exploración (vertical, horizontal) en el suelo.
- posee una rusticidad y capacidad de adaptación (climática, edáfica y de manejo) a toda prueba.
- sus requerimientos nutricionales son satisfechos, en alto grado debido a las ventajas enunciadas anteriormente.
- para uso pecuario la caña posee y mantiene en períodos secos valores nutritivos y energéticos importantes.
- su condición de planta semiperenne le permite generar materia prima por retoñamiento después de cada corte, por lo que no requiere inversiones y siembras sucesivas, sólo mantenimiento.

La suma de todos esos atributos y propiedades hacen de la caña una planta verdaderamente excepcional y muy especial, lo que potencia y viabiliza su empleo pecuario.

### **1.5 Valor nutritivo de la caña de azúcar**

Se ha podido apreciar, por lo expuesto anteriormente, que la caña de azúcar produce volúmenes apreciables de masa verde y materia seca, lo que la convierte en un forraje estratégico y beneficioso (Mila, 2010), por lo que los ganaderos, considerando sus bondades y limitaciones, pueden desarrollar sus propios planes de uso y manejo para potenciar las respuestas en sus animales.

Por su parte, según Chaves (2007), la composición básica promedio de la caña de azúcar es: materia insoluble 15%, agua 70%, impurezas 2%, y sacarosa 13%. De acuerdo con las informaciones brindadas (tabla 4), se puede observar además, que el porcentaje de caña limpia, hoja seca, hoja verde, y tallo verde, son adecuados para cualquier rendimiento de forraje que se obtenga, por lo que se puede deducir que su valor nutritivo debe ser aceptable.

Tabla 4. Composición de la estructura vegetativa (%) en función del rendimiento agrícola.

Rend. agric. t/ha	Caña limpia %	Hoja seca %	Hoja verde %	Tallo verde %
25-35	70	9,0	12,0	9,0
35-45	73	8.5	10.5	8,0
45-50	78	7,0	8.5	6.5
50-60	80	6,0	8,0	6,0
60-70	82	6.5	7,0	5.3
70-80	85	4,0	6,0	5,0

De forma general, el peso fresco de la planta está formado en un 99% de los siguientes alimentos: oxígeno, carbono e hidrógeno y casi un 75% es agua y el resto lo compone la materia seca (MS) (AOAC, 1990). En la tabla 5, se expresa su composición bromatológica, según Jorge, Jorge, y Segrera (2003).

El valor forrajero de la caña de azúcar (Vassallo, 2007) picada fina y secada al sol (6 % de humedad) muestra un potencial adecuado como forraje de elección por los ganaderos: MS: 94,81% - PB: 2,04% - FDN: 46,80% - FDA: 33,45% - LDA: 8,47% - EE: 2,05% -Cz: 5,83% - CNE: 44,87% - Ca: 0,27% - P: 0,14% - TND: 58,99% - EM: 2,17 Mcal/kg MS.

Tabla 5. Composición bromatológica de la caña de azúcar

Elemento	Contenido
Nitrógeno (g)	60- 90
Materia seca (MS) (%)	26,2
Proteína bruta (PB) (%)	2,6
Fibra bruta (%)	27,9
Calcio (g/kg)	5,5
Fósforo (g/kg)	1,4
Energía metabolizable (Mcal/kg de MS)	2,19

Este mismo autor, reseñó el perfil bio-fisiológico de la caña de azúcar, definido por los tres valores fundamentales de los análisis:

FDN: 46,80%, muestra un elevado contenido de fibra, con lo cual mantiene su condición de "forraje".

CNE: 44,87%, muestra un elevado contenido de "energía", totalmente soluble, que corresponde evidentemente al elevado contenido de hidratos de carbono (la desecación

provoca una pérdida no significativa de su contenido, ya que la mayor parte es azúcar invertido) que difiere muy poco del contenido de las muestras de caña de azúcar picadas frescas para el consumo directo en la ración.

EM: Finalmente, el tercer elemento de juicio, es el nivel de energía metabólica, que alcanza 2,17 Megacalorías por kilogramo de materia seca, por lo que el elevado potencial energético y alto contenido de energía digestible que presenta la caña se debe al alto contenido de azúcares.

En un estudio realizado por Rincón (2005), donde evaluó varias variedades de caña de azúcar, encontró que a la edad de ocho meses el contenido de proteína cruda, fue bajo como en cualquier gramínea tropical, coincidiendo con Hopkinson y Miller (2000). Este valor varió entre 5.0 y 8.3 ( $p < 0.05$ ), correspondiendo el más alto a la variedad Janorú 6419 y el más bajo a la variedad Mayarí 5465. Los contenidos de FDN estuvieron entre 72 y 78% y la digestibilidad entre 47.5 y 51% sin presentar diferencias significativas entre las variedades. La caña de azúcar contiene muy poca proteína asimilable (Anon, 2000) y, por consiguiente, tiene que suplementarse con un concentrado proteínico.

Es por naturaleza muy succulenta y turgente, en la cual el agua y los azúcares totales (no reductores y reductores, sacarosa más otros azúcares) diluidos representan una fracción importante (Chaves, 2008); también el contenido de fibra es alto.

Por otra parte, la maduración de la caña se produce en un proceso acropetal, es decir que comienza por los entrenudos basales y termina en el último entrenudo apical visible. Este proceso de madurez fisiológica es muy importante conocerlo, pues al concluir, sino se realiza la cosecha, inicia un nuevo proceso invertido donde los azúcares dobles o disacáridos se convierten en carbohidratos ricos en almidón, celulosa, glucosa y fructuosa denominados también azúcares múltiples o polisacáridos.

En cualquiera de los dos procesos que se encuentra la planta se beneficia la alimentación animal; puede sufrir ligeras variaciones en el porcentaje de digestibilidad, debido a un mayor contenido de fibra que presentan las plantas de mayor edad; aunque la edad cronológica no se tiene en cuenta para hacer las consideraciones de madurez, debido a que una planta puede tener 22 meses y no estar madura fisiológicamente o al contrario puede tener menos de 18 meses y encontrarse madura.

Las plantaciones de caña que no son utilizadas o cosechadas después de concluir el ciclo de madurez reinician su desarrollo y hasta pueden duplicar sus rendimientos en un período similar al ya transcurrido, por lo cual se denomina a esta cepa "cañas quedadas". Este



aspecto hay que tenerlo en cuenta para algunas variedades que se deterioran mucho, otras tiene hábitos de crecimientos abiertos y tienden a encamarse, lo que provoca enraizamiento en sus tallos al ponerse en contacto con el suelo y pueden secarse algunos en dependencia de las condiciones climáticas y en ocasiones pueden recibir daños por los roedores.

### 1.5.1 Digestibilidad de la caña de azúcar

Molina, Valdés y Castillo (2000) en el Instituto de Ciencia Animal (ICA) recomendaron un grupo de 12 variedades comerciales que presentan digestibilidad de la materia seca de 50-54%; otro grupo de siete variedades no deben utilizarse debido a que el rango de digestibilidad está entre 32-35%.

La calidad de los forrajes está estrechamente vinculada a las características químicas, la producción de materia seca y a la digestibilidad; este último concepto expresa el nivel de utilización que se hace de las propiedades alimenticias de cualquier tipo de alimento (Herrera, 1983).

Combellas (2000) planteó que la digestibilidad de la fibra disminuye a medida que la planta madura fisiológicamente. En la tabla 6 se expresa la digestibilidad de la MS de cuatro variedades forrajeras, las cuales fueron utilizadas en este estudio.

Tabla 6. Digestibilidad de la materia seca de cuatro variedades de caña de azúcar-

Variedad	Digestibilidad %
C137-81	53,2
C86-503	51,8
C90-530	54,3
B63-118	54,2

Ortega (1987) planteó que entre los factores que afectan la digestibilidad de la materia seca se encuentran:

- Composición química de los alimentos que incluyen el contenido de fibra, grasa, proteína y minerales.
- Efecto asociativo de otros alimentos.
- Preparación del alimento, teniendo en cuenta su presentación, molinado, picado, empastillado, ensilado, etc.
- Cantidad de alimento consumido.

- Frecuencia de alimentación y consumo de agua.
- Temperatura ambiental.
- Adaptación a los cambios de ración.
- Gustosidad del alimento
- Características de cada animal.

## **1.6 Uso de caña de azúcar como forraje**

Una revisión de la literatura especializada realizada por Chaves (2008a) apuntó que entre las gramíneas tropicales que pueden y han sido utilizadas tradicionalmente como forraje para la alimentación de rumiantes es la caña de azúcar, debido a:

1. Su elevada y significativa capacidad de producción de materia verde y seca,
2. La relativa alta cantidad de energía contenida por unidad de área en un único corte por año.
3. Su reconocida capacidad de mantener inalterable su potencial energético durante periodos secos prolongados.
4. Posee una alta y comprobada digestibilidad y aceptación por los rumiantes y otras especies monogástricas.

Por otra parte, Molina *et al.* (2000) plantearon que una hectárea de caña con un rendimiento de 56 t de masa verde total suministra todo el forraje que necesitan 15 bovinos adultos durante una seca de 210 días.

Se conoce que la caña de azúcar se utiliza hace más de 400 años como fuente de forraje para el ganado vacuno para la época seca, por lo que es considerada la planta de mayor biomasa por hectárea, según Molina y Lazo (citados por Suárez, 2002). Varios autores tales como, Pérez-Infante (1977), Preston (1989) y Álvarez (1993) han planteado que su producción puede alcanzar 120 t de materia verde/ha, o 100 t de biomasa/ha/ año, desglosados en 74 t de tallos y 26 t de hojas y cogollo.

Por tal motivo, los ganaderos cubanos han considerado la caña como un alimento imprescindible y complemento obligado para sostener los animales en la época de seca, pues esta permanece verde cuando los pastos y forrajes se secan. Un buen ejemplo fue el período prerrevolucionario y durante la época de zafra que el sostén de los bueyes era el cogollo de caña.

En Cuba y en el mundo son conocidos múltiples formas de alimentar a los animales y diferentes tecnologías han sido utilizadas, donde se incluye a la caña, con una amplia gama de formas tales como: rastrojos de la cosecha (paja y cogollo), caña integral directamente, subproducto de la industria del azúcar o mezcla de ello, en forma de ensilado, ensilado premezclado, sacharina rústica, solicaña, jugo o guarapo etc. Actualmente, se trabaja en la hidrolización del bagazo para la fabricación de pienso.

### **1.6.1 Formas de ofertar la caña de azúcar al ganado**

La antigua práctica de alimentar el ganado con la caña de azúcar se ha estudiado en los últimos años hasta tal punto que actualmente constituye la base de los sistemas de producción pecuaria económicamente viable para rumiante de gran tamaño (Preston, 1993). Esto se debe fundamentalmente a que las plantaciones de caña de azúcar son una realidad que está íntimamente entrelazada con el legado histórico de numerosas comunidades rurales en el trópico.

Preston (1989) planteó que el sector azucarero de América Latina y el Caribe ha desempeñado un papel predominante en el desarrollo económico y social de la región.

En la actualidad cubana, hay una serie de factores que ayudan a restringir el desarrollo de la agroindustria, pero existe la convicción de que a través de la diversificación de la caña de azúcar se puede contribuir significativamente a su modernización y convertirla en una actividad de mayor rentabilidad. Países como Colombia, Brasil y Costa Rica donde existen las bases biológicas para su explotación, pueden confiar en la caña de azúcar como reemplazo de los cereales en sistemas intensivos de producción pecuaria, lo que permitirá liberar grandes volúmenes de alimentos para la población humana.

Por otra parte, las experiencias en América Latina, (Rosales, 2006) han demostrado todas las ventajas que la caña de azúcar tiene como base energética fundamental en la alimentación del ganado vacuno para la producción no solo de carne, sino de leche.

Por tal motivo, se han establecido por algunos investigadores normas de suplementación para mejorar sus propiedades y hacer más eficiente su uso.

Molina, Ferreira, Gonçalves (2002) plantearon que el desbalance de proteínas y minerales que presenta la caña forrajera, puede solucionarse en forma sencilla y económica con la utilización del nitrógeno no proteico (urea, amoníaco, gallinaza) y/o con leguminosas de pastoreo tales como *Leucaena leucocephala* y glicine (*Neonotonia wightii*), y sales minerales.

Los trabajos realizados en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Las Tunas (2010), mostraron que en el proceso de troceado en la máquina se puede añadir urea al 1% o en el comedero de los animales a razón de 100–150 g/vaca/día y recomiendan combinar el suministro del 40% de la dieta a consumir con un tiempo de pastoreo restringido de 4-6 horas/día.

Las dietas a base de caña integral, con un pequeño complemento proteínico permiten ganancias de peso vivo de hasta 800 g/día, con producciones de 10–12 L de leche/vaca/día. Según Salgado *et al.* (citados por Cuéllar *et al.*, 2003) en México también se han obtenidos resultados positivos en la producción de leche, y señalan además que una hectárea de caña puede sostener entre 36 y 38 animales en la época de seca. Con 60–65% de caña integral en la dieta se puede obtener ganancias en peso vivo de 600 a 700 g/animal.

Se puede afirmar que la caña de azúcar ofrece grandes posibilidades para utilizarla como forraje verde en la alimentación de los rumiantes y su cosecha se corresponde con el período menos lluvioso; además, presenta gran adaptabilidad a distintas condiciones edafoclimáticas del país, por lo que supera a todas las plantas forrajeras conocidas en cuanto a la producción de materia seca por hectárea (MS/ha) y energía metabolizable por hectárea (EM/ha), ya que es el captador vivo de energía solar más eficiente y almacena esa energía en una enorme cantidad de biomasa en forma de fibra y azúcares fermentables (FAO, 1996).

El Ministerio de la Agricultura en Cuba ha establecido que la política del uso de la caña de azúcar para alimentar el ganado tiene como base las siguientes premisas:

- ❖ Es la *Poacea* con mayor rendimiento al compararla con otros forrajes en condiciones de suelos y precipitaciones medias.
- ❖ Ofrece sus cosechas en el período seco, con rendimientos superiores a cualquier otra *Poacea* forrajera, incluso con riego y fertilizante en esta época del año.
- ❖ Se conoce perfectamente su fitotecnia y se mecaniza totalmente su cosecha.

Por todo lo anteriormente expuesto, el empleo de la caña se inscribe dentro de un conjunto de alternativas (Jorge, Suárez, García, Jorge, Santana, Hernández y Crespo, 2003) que se abordan para resolver la alimentación del ganado vacuno, en el cual los pastos y forrajes frescos desempeñan el papel central, así como sus formas preservadas en forma de heno y de ensilaje; pero también el empleo de subproductos de la agroindustria azucarera es de vital importancia.

En cuanto a la utilización de la caña de azúcar como ensilaje Lopes y Evangelista (2010) plantean que puede ser una barrera debido a la intensa fermentación alcohólica cuando es

ensilada en forma pura, por la gran población de levaduras presentes. Es por eso que Lima, Evangelista y Abreu (2002) y Molina, *et al.* (2002) emplearon para la confección de silos 0,5 a 1,5 % de urea. Bajo estas condiciones la caña presenta un buen patrón fermentativo y una mejor composición bromatológica, con tenores más elevados de MS y valores más bajos de fibra ácido detergente y neutro. Resultados similares obtuvo Santos (2008).

### **1.7 Asociación con otros cultivos**

Si bien es cierto que la “Revolución Verde” proporcionó un incremento significativo en los rendimientos de los cultivos, también tuvo sus efectos negativos, ya que se incrementó la salinidad y la erosión de los suelos, así como la resistencia de las plantas a las plagas y a los agroquímicos (Preston, 2003). Es por ello que se hace necesario buscar alternativas para la producción de alimentos que conserven el equilibrio ecológico y, a su vez, sean sostenibles. En este sentido el empleo de la asociación de árboles leguminosos con las gramíneas posibilita el incremento y la mejora de la biomasa comestible, además de mejorar la fertilidad del suelo y contribuir a conservar el medio ambiente (Simón, Hernández y Ojeda. 1998).

La caña mezclada con los árboles no es una práctica común en el mundo por tratarse de una especie heliófila. Sin embargo, en el valle de Guaticará, Colombia (Vega, 19?), se reportan buenos resultados con el sistema caña-caracolí (*Anacardium excelsum*), con el que se propicia el reciclaje de nutrientes por la caída natural de las hojas o por la poda de las ramas de los árboles, que al descomponerse forman un colchón para beneficio de la caña.

Por otra parte, con una buena selección de variedades y una buena combinación de las leguminosas sembradas, se pueden producir hasta un 80% del N necesario dentro del sistema de cultivo. La caña posee endomicorizas bien efectivas, que garantizan un suministro adicional de fosfatos. Las bacterias de N<sub>2</sub> que viven libres en la rizosfera aseguran un suministro adicional de nitrógeno. Su administración a través del abono orgánico no debe sobrepasar el 20% de la necesidad total, según informaciones de Anon (2000). Es por eso que las variedades de caña forrajeras necesitan ser asociadas con leguminosas, debido a su bajo contenido de proteína.

Durante años se han practicado asociaciones donde se han obtenido muy buenos resultados cuando se han realizado estas con cultivos de maíz, mijo, soya, y frijoles de distintas variedades, entre otros.

Gill y Patil (1985), en trabajos desarrollados en la India, demostraron que la caña puede asociarse a la leucaena siempre que esta última no sobrepase la altura de 50 cm. También Hernández, Simón y Sánchez (2004) evaluaron el rendimiento forrajero de la caña de azúcar en asociación con tres leguminosas arbóreas: *Leucaena leucocephala*, *Albizia lebbeck* y *Gliricidia sepium*, en un suelo Ferralítico Rojo. La densidad de las plantas arbóreas fue de 2 727 árboles/ha. El mayor rendimiento de MV total se alcanzó en la asociación con gliricidia y en el monocultivo (87,8 y 89,0 t de MV/ha, respectivamente). El mismo comportamiento se encontró en la MS total. La caña más leucaena fue el tratamiento de peor comportamiento, con los valores más bajos de MV y MS total (56,5 y 14,9 t/ha, respectivamente). Concluyen estos investigadores que de las tres especies evaluadas *G. sepium* puede asociarse con la caña, ya que el rendimiento no se afectó al compararlo con el del monocultivo. En el caso de *L. leucocephala* y *A. lebbeck* se recomienda podar, debido a que su crecimiento es más acelerado, lo que puede limitar la penetración de la luz solar y afectar la producción de biomasa de la caña.

No obstante, se recomienda seguir profundizando en estos estudios, ya que los árboles que son leguminosas hacen un aporte significativo de N al suelo mediante la fijación simbiótica de este elemento, además de los nutrientes que reciclan con la caída de las hojas y de las ramas (Hernández, Sánchez y Simón, 2000).

### **1.8 Influencia de los factores climáticos**

La caña de azúcar es una planta que se adapta muy fácilmente y que se puede cultivar en las regiones ubicadas entre el paralelo 37° latitud Norte y el paralelo 31° latitud Sur, según Anon (2001).

En sentido general, Crespo (2006) plantea que los factores climáticos influyen en el crecimiento de las plantas bajo diferentes grados de interacciones. Entre los más importantes están la temperatura, la luz, el viento y las precipitaciones en el cultivo específicamente de la caña de azúcar, Infante, Martínez, González y González (2009) ratificaron lo planteado anteriormente en cuanto a que este cultivo es muy afectado por las condiciones extrema de clima, suelo y por factores biológicos. Entre estos últimos se encuentran las enfermedades patológicas que, en algunos casos, limitan el desarrollo del cultivo, ocasionando pérdidas económicas.

Sinclair, Gilbert, Perdomo, Shine, Powell y Montes (2004) evaluaron algunos efectos climáticos sobre el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar, y posteriormente Pyankov, Ziegler, Akhani y Deigele (2010) realizaron un estudio con especies de *Poaceae* y *Cyperaceae* y concluyeron que la media diaria y anual de las temperaturas, y de precipitación anual, son los factores más importantes para las plantas C<sub>4</sub> donde se incluye a la caña de azúcar. También Streck, Hanauer, Fernández, Buske y Longner (2010) bajo condiciones controladas informaron que el crecimiento foliar fue superior con las temperaturas y radiación solar más altas.

En todos los casos hubo coincidencia de criterios acerca de la influencia positiva que tienen los factores climáticos en esta especie, lo cual fue también en planteado por Baldocchi, Kelleher, Blzck y Jarvis (2000).

González (1977), plantea que la caña de azúcar se adapta bien en las zonas tropicales y subtropicales aunque los mayores rendimientos se obtienen en climas tropicales ya que en el cultivo de la caña, el clima es un factor determinante en la obtención de buenos rendimientos, y necesita para su desarrollo un clima húmedo y cálido señalando como rango óptimo entre 19 y 32°C y una media de 32°C.

Es por ello que este cultivo necesita para su crecimiento y desarrollo altas temperaturas y una vez concluido el gran período de crecimiento debe transitar por un período de bajas temperaturas para que se lleve a cabo la concentración de azúcares.

La brotación es favorecida con temperaturas entre 26,7 y 32,2°C además el desarrollo del sistema radical requiere entre 28 y 30°C y se propicia la máxima absorción del agua a esta temperatura.

González (1977) cita que la caña de azúcar al igual que otras plantas es muy deficiente en lo referente al aprovechamiento de la radiación solar; solamente el 1% de la radiación incidente total se utiliza en la fotosíntesis.

En esta planta la capacidad de los haces vasculares para trasladar los carbohidratos de la lámina a las vainas y el tallo, es limitado, ya que la translocación no puede mantener el paso con el alto ritmo de formación de azúcar en la lámina durante las horas del día y aumenta la acumulación de sacarosa. En consecuencia el contenido de sacarosa de la lámina aumenta durante el día.

Este máximo de acumulación de sacarosa es seguido de una rápida disminución durante la noche, y las consecuencias del hecho es que la translocación continua durante la noche en tanto que la fotosíntesis cesa.

## Capítulo 2. Materiales y métodos

### 2.1 Ubicación del experimento

El estudio se realizó en la provincia Las Tunas, municipio Puerto Padre, situado en la costa norte de la misma. Se desarrolló en la época de primavera, y se plantaron en dos UBPC: la No. 1 en la comunidad de Velasco 20 y la No. 2 en la Comunidad de Velasco 26, ambas pertenecientes a la Empresa Azucarera “Antonio Guiteras Holmes”

### 2.2 Condiciones climatológicas

La lluvia caída en los últimos 10 años se puede observar en la tabla 7. La media anual de precipitación fue de 628,66 mm, y predominaron intensos períodos de sequía, tales como en los años 2000 y del 2002 al 2005.

Tabla 7. Precipitaciones caídas (mm) en los últimos 10 años.

Año	mm
1999	1 041,3
2000	788,5
2001	1 010,7
2002	690,1
2003	784,8
2004	431,4
2005	792,1
2006	1 004,0
2007	1 988,0
2008	1 286,3
2009	--
Promedio	628,66

En cuanto al período experimental, las precipitaciones tuvieron el siguiente comportamiento, según se puede observar en la tabla 8.



Tabla 8. Precipitaciones caídas (mm) durante el período experimental.

Meses del año	Localidad 1		Localidad 2	
	Lluvia caída	Número de días	Lluvia caída	Número de días
Mayo/2008	62	4	51	3
Junio	64	4	100	5
Julio	12	1	50	3
Agosto	181	6	88	5
Septiembre	303	7	216	6
Octubre	194	3	156	5
Noviembre	125	6	267	14
Diciembre	310	5	398	8
Subtotal	1 251	36	1 326	49
Enero/2009	18	2	86	6
Febrero	20	1	29	3
Marzo	25	2	14	4
Abril	0	0	0	0
Mayo	0	0	0	0
Subtotal	63	5	129	13
Total	1 314	41	1 455	62

En la localidad 2, las lluvias registradas fueron ligeramente superiores en 141 mm de lluvias, en comparación con la localidad 1 y hubo 21 días más de lluvias.

Durante los últimos 5 años la temperatura mínima fue de 21,9°C, la máxima de 30°C y la temperatura media de 25,9°C

### 2.3 Características edáficas

Los experimentos se desarrollaron en suelos del tipo Vertisol, según la clasificación de Hernández *et al.* (1999).

Los resultados de los análisis químicos de suelos se expresan en la tabla 9, donde se muestra que el contenido de fósforo es alto; mientras que el de potasio es medio.

Tabla 9. Composición química del suelo en ambas localidades.

Indicador	Contenido	
	Localidad 1	Localidad 2
Materia orgánica (%)	2,81	2,43
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	4,8	4,3
K <sub>2</sub> O (mg/100g)	12,9	11,6

## 2.4 Diseño y tratamientos

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con 4 réplicas y 4 tratamientos. Se realizaron dos experimentos, uno en la localidad 1 perteneciente a Velasco 20 y el otro en la localidad 2 de Velasco 26, de a la empresa azucarera “Antonio Guiteras Holmes”, de la provincia Las Tunas.

Cada experimento contó con un total de 16 parcelas con 4 surcos cada uno a una distancia entre surco de 1.6 metros y separados entre parcelas por un surco muerto, la longitud de cada surco fue de 7,5 m y un área por parcelas de 48 m<sup>2</sup>.

Para los dos experimentos se utilizó un número de tratamientos los cuales aparecen en la tabla 10.

Tabla 10. Tratamientos utilizados en los experimentos

Tratamiento	Variedad
T1	C 137-81
T2	C 86-503.
T3	C 90-503.
T4	B 63-118.

## 2.5 Procedimiento experimental

Se aplicó una combinación de dos tecnología de preparación de suelos. Se emplearon equipos e implementos agrícolas mecanizados y tracción animal con los implementos necesarios para la ejecución de las labores.

Para la rotura del suelo se utilizó un tractor MTZ-80 con un arado ADI-3 de suspensión hidráulica correctamente acoplado y bien regulado su frente de labor, el ángulo de ataque y la profundidad de trabajo, con lo que se logró un correcto viraje del prisma y la profundidad necesaria (25 cm).

Una vez transcurrida los tres días posteriores a la labor de rotura del suelo se procedió a dar la primera fase de grada del tipo de arrastre, modelo GR-2200. Esta labor se hizo de forma transversal a la rotura la que aseguró un molido correcto del suelo, ayudó a mejorar la homogeneidad de terreno a incorporar los residuos de hierba y se pudo apreciar un mayor grado de nivelación del terreno.

Una vez concluido este proceso se procedió a realizar un segundo pase de grada de forma longitudinal y con una nueva regulación en el ángulo de ataque de 22,5° propiciando un excelente mullido de la capa del suelo preparado.

La labor de surcado se realizó con una yunta de bueyes y un arado del tipo No. 1 para lo cual se seleccionó también un trabajador experimentado en las labores con tracción animal para asegurar la mayor calidad en el trazado, rectitud y profundidad del surco.

La semilla tenía una edad de 10 meses y los propágulos se cortaron con un promedio de tres a cuatro yemas. Las semillas se sembraron de forma manual, a doble trozo con una separación de tres a cuatro cm uno del otro y 60 cm entre plantones.

Inmediatamente se procedió al tapado de las mismas de forma manual. La cosecha se realizó a los 12 meses de edad de las plantaciones y no se utilizó riego.

Para asegurar el desarrollo y crecimiento de las plantaciones se practicaron cuatro labores de limpieza manual y se combinaron con dos cultivos con arado de vertedera tirado por bueyes y una con cultivadora hasta lograr el establecimiento del experimento libre de malezas.

Toda el área experimental en ambas localidades, se mantuvo limpia de malezas para evitar hospederos de plagas en el cultivo y la posible invasión de malezas indeseables.

Se realizaron visitas al experimento con una frecuencia decenal a partir de la siembra y hasta completarse los 45 días, en los que se observó y registró el comportamiento de la brotación de las yemas, hasta que se logró una germinación superior a un 96%.

## **2.6 Mediciones realizadas**

Las mediciones realizadas en ambos experimentos, aparecen en la tabla 11.

### **2.6.1 Altura del tallo**

Antes de realizar la cosecha se midieron al azar en las dos hileras del centro cinco tallos con una regla graduada; la medida se realizó desde la superficie del suelo hasta el último dewlap visible.

Tabla 11. Variables medidas en ambas localidades.

Variable	Abreviatura
Altura de los tallos (cm)	hT
Grosor del tallo (cm)	GROSORT
Cantidad de tallos /plantón	TALLOSPL
Peso de los tallos verde (t/ha)	PESOTAV
Peso del cogollo (t/ha)	PESOCOG
Hojas activas (U)	HACT
Hojas secas (U)	HSECAS
Masa comestible (t/ha)	MACOMES

### 2.6.2 Conteo de tallos

Este conteo fue realizado plantón a plantón en los dos surcos del centro sin considerar los plantones de la cabecera de cada hilera y en todas las parcelas.

### 2.6.3 Pesaje del tallo y el cogollo

Para determinar el momento de cosecha, se tomaron muestras para realizar el análisis de brix con un refractómetro y se realizó el corte cuando las variedades superaban el 84% de madurez.

El pesaje de la producción obtenida en las parcelas se hizo simultáneamente en la cosecha. Fueron separados los tallos y el cogollo de cinco plantas tomadas al azar. El pesaje se realizó con un dinamómetro de 50 kg

### 2.6.4 Hojas activas

Las hojas activas son consideradas aquellas hojas que tienen más del 50% fisiológicamente activo. Se contaron la cantidad de estas por plantón.

### 2.6.5 Hojas secas

Son todas aquellas hojas que su grado de madurez o deterioro sobrepasa el 50%. Estas fueron contadas por plantón.

## 2.7 Procesamiento estadístico

Los resultados se procesaron mediante el análisis de componentes principales (ACP) (Morrison, 1967), en el cual se tomó como criterio de análisis aquellas componentes

principales que presentaron valores propios superiores a 1 y factores de suma o de preponderancia mayor que 0,70.

Se aplicó el análisis de conglomerados para la agrupación y selección de las accesiones utilizando como criterio la distancia euclidiana, a partir de lo obtenido en el ACP (Torres, Figueredo, Lizazo y Álvarez, 2006), y se determinaron los estadígrafos media y desviación estándar para las variables analizadas en esta etapa. De esta forma se dispuso de un paquete estadístico que permitió hacer un análisis más sencillo y objetivo del comportamiento de la especie en ambas localidades.

Se utilizó además el análisis de correlación para conocer la interrelación entre las variables. Todos los análisis se realizaron a través del programa estadístico SPSS® versión 11,5 para Microsoft® Windows® (Visuata, 1998).

### Capítulo III. Resultados y discusión

Al valorar la difícil situación que presenta la ganadería en la región latinoamericana con respecto a la masa y de disponibilidad de los pastos y los forrajes, Fernández, Pedraza, Leal, Pacheco y Pacheco (2007) hicieron un estudio de la información actualizada acerca de algunas variantes sostenibles que ayudarían a resolver en alguna medida la insuficiencia que existe en la alimentación de la masa vacuna en el trópico, determinado fundamentalmente por el déficit energético de las dietas; por ello abordaron en sus estudios, aspectos novedosos y experiencias relacionadas con el crecimiento, el desarrollo, el rendimiento y el aprovechamiento de los pastos y forrajes, dentro de ellos el clon de king grass Cuba CT-115; así como los bancos de proteína, los biopedestales y en especial la caña de azúcar y su incidencia en la producción de leche.

Es conocido también que la caña de azúcar es una alternativa forrajera para los periodos de escasez de alimentos para la producción animal, sobre todo en el período poco lluvioso en los países de la región tropical y subtropical, según Cabrera (2010). En este sentido, son muchos los productores de estos países que poseen sus propios cultivos para uso como fuente de forraje en periodos críticos. La gran mayoría de estos productores utilizan variedades con una buena adaptación a las condiciones de clima y suelos con sus respectivas atenciones culturales con el fin de obtener altos rendimientos.

Una de las mayores limitaciones de la ganadería actual es la duración e intensidad del período seco (7 meses), donde la alimentación animal y sobre todo, la producción de pastos y forrajes es deficiente y no hay tecnología para la conservación y uso estratégico de los recursos alimenticios para esta época. En este caso, la caña forrajera presenta una de las alternativas más viables, que además de proporcionar alimento para el ganado, permite reducir el tiempo que los animales permanecen en los potreros, lo que favorece la recuperación de los pastos y evita la erosión de los suelos por el pisoteo constante.

Tomando en consideración lo planteado anteriormente, un estudio profundo de evaluación de las variedades de caña de azúcar para la ganadería en la provincia Las Tunas, en sus diferentes fases, permitirá determinar y valorar sus características agronómicas con el fin de identificar los materiales más adaptables a estos ambientes.

Una de las técnicas de análisis multivariado más difundida en la actualidad es el análisis de componentes principales (ACP), propuesto por Pearson en la década del 20. Este análisis ha

sido muy utilizado en la interpretación de los datos provenientes de investigaciones en la rama agrícola (Sánchez, 2003; Wencomo, 2008). El uso de este método ofrece mejores resultados, permite un ahorro de recursos físicos y de tiempo, y brinda al fitomejorador y/o evaluador de especies vegetales, una mayor flexibilidad al determinar la combinación de características que constituyen la obtención de tipos superiores para caracteres de connotación agroproductiva.

El ACP presenta múltiples ventajas y ha probado que permite determinar la mayor parte de la varianza de los datos y con ello se convierte en una herramienta de extrema utilidad para simplificar el análisis e interpretación de una gran cantidad de variables consideradas en una evaluación exhaustiva (Broschat, citado por Borrego, Fernández, López, Parga, Murillo y Carvajal, 1999). También Olivera (2004) indicó que la utilización de este método es factible, y fue utilizado para estudiar una colección de *Brachiaria* spp., con lo que se alcanzaron importantes resultados. De ahí que la interpretación de una matriz de datos a través de un ACP, facilite las herramientas necesarias para abordar con efectividad y rigor esta compleja problemática.

Por otra parte, la expresión de las variables siempre está interactuando con factores que involucran desde las características fisiológicas de la planta y las propiedades del suelo, hasta factores ambientales o climáticos; estos ejercen un efecto conjunto en los resultados del experimento, por lo que ignorar estas estructuras de interacciones puede implicar que, en ocasiones, se llegue a conclusiones finales falsas (Linares, Acosta y Sistachs, 1986).

También es conocido que los métodos del análisis multivariado constituyen una herramienta útil, tanto para evaluar la variabilidad fenotípica como para conocer la contribución relativa de los distintos caracteres presentes en una misma colección. En igual sentido, a través de las respuestas que se obtienen de un grupo numeroso de variables, es posible hallar las diferencias que existen entre las variedades de un mismo cultivo (Álvarez, 1982; González, 1991).

Coincidiendo con los elementos planteados anteriormente y la unidad de criterio existente, el interés en esta tesis no reside en determinar el efecto de un grupo de variables sobre otra en particular, sino en caracterizar las relaciones que pueden existir entre estas de forma simultánea, determinar las tendencias con que influyen y sopesar la importancia que cada una tiene en la variación general existente. Por ello un enfoque multivariado a través de un ACP facilitaría tales objetivos, ya que las diferencias existentes entre las magnitudes y la alta

correlación entre las variables proporcionan las premisas adecuadas para este tipo de análisis (Torres, Martínez y Noda, 1993).

No obstante, Linares *et al.* (1986) indicaron que el ACP se utiliza para formar grupos de individuos a partir de su ubicación en el plano, lo que en ocasiones puede introducir errores, por lo que estos autores sostienen que para asegurar la calidad del agrupamiento, se debe combinar esta técnica con otros métodos multivariados, como el análisis de clasificación automática (análisis de clúster). Este análisis ha sido muy utilizado en los últimos años para establecer grupos de especies o accesiones con caracteres agronómicos específicos, sobre la base de su expresión cuantitativa (Seguí y Machado, 1992).

En las tablas 12 y 13 se presentan las correlaciones entre los indicadores evaluados. Por la importancia que se le atribuye a las interrelaciones entre la biomasa producida y sus componentes; en ese sentido, se puede destacar, en el experimento de la UBPC 1, la existencia de correlaciones fuertes y positivas ( $p < 0,05$ ) entre ésta y el grosor del tallo, número de tallos, y la cantidad de hojas activas, y el peso del cogollo.

En sentido general, hubo correlaciones entre las variables en estudio, lo que permitió la realización de los análisis de componentes principales. En el resto de las variables se observan también correlaciones importantes.

En la UBPC 2 (tabla 13), se puede observar que las correlaciones fueron más altas y significativas ( $p < 0,05$ ) en comparación con las obtenidas a la UBPC 1. Las variables que más se correlacionaron con la biomasa producida fueron el número de tallos, el peso de los tallos y el peso del cogollo. En el resto de las variables estudiadas, se observaron correlaciones superiores a 0,7.

La producción de caña de azúcar por hectárea es un carácter cuantitativo de las variedades, que sirve para medir su capacidad productiva y por tanto, es de relevante importancia para la agricultura cañera (Valdéz, 1998).

Por otra parte, el rendimiento agrícola es un carácter complejo que está determinado por un número relativo de características heredables que interactúan en estrecha relación con el medio ambiente.

Con relación a las correlaciones que se establecen entre los diferentes componentes del rendimiento, se conoce que estas en ocasiones dependen de las condiciones climáticas y de la composición varietal (Machado y Núñez, 1993; Morejón, Díaz, y Pérez, 2001), por lo que se recomienda el estudio de las causas de la variación para cada situación dada.



Tabla 12. Matriz de correlación entre los indicadores evaluados en la UBPC 1.

	Altura	Grosor del tallo	Tallo	Peso tallo	Peso cog	Hojas activas	Hojas secas	Biomasa
Altura	1							
Grosor	0,412	1						
Tallo	-0,414	0,179	1					
Peso tallo	0,594	0,871	0,363	1				
Peso cogollo	-0,281	0,535	-0,138	0,057	1			
Hojas activas	0,106	0,865	-0,045	0,507	0,883	1		
Hojas secas	-0,652	0,073	0,958(*)	0,146	0,030	-0,007	1	
Biomasa	0,519	0,963(*)	0,293	0,971(*)	0,293	0,698	0,124	1

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

Por otra parte, Suárez, García, Jiménez y Rodríguez (1989), encontraron una correlación altamente significativa entre el peso del tallo y el rendimiento de la caña de azúcar ( $b=0,925$ ), lo cual indicó la influencia directa y determinante de este carácter en el rendimiento agrícola. También encontraron una asociación altamente significativa entre el número de tallos con las toneladas de caña de azúcar producida por hectárea ( $b=0,90$ ). Estos mismos autores, mencionaron que al no contarse en caña de azúcar con las correlaciones genéticas correspondientes, el mejorador se basa en las correlaciones fenotípicas para identificar las asociaciones que pueden ser favorables o desfavorables a la selección práctica.

Por otra parte, Valdéz, Orellana e Izquierdo (2005) determinaron que el peso del tallo presentó una correlación positiva y altamente significativa con el largo del tallo, ( $b=0,614$ ), aunque eventualmente el largo del tallo determina el peso del mismo. También, el diámetro presentó una asociación positiva altamente significativa con el peso del tallo ( $b=0,611$ ), lo que influyó de manera importante en el rendimiento agrícola. Además, Valdéz *et al.* (2005), determinaron correlaciones significativas entre caracteres agronómicos en siete mutantes de caña de azúcar obtenidos por mutagénesis *in vitro* a partir de la variedad 'SP 70-1284', en cuanto al largo y grosor del tallo. Resultados similares obtuvieron Gómez, Espinosa y Olivera (2006), cuando evaluaron un grupo de accesiones de leguminosas en las condiciones del Valle del Cauto.

Al corroborarse que las diferentes variables evaluadas se correlacionaron entre sí, se procedió a la realización del análisis de componentes principales.

Tabla 13. Matriz de correlación entre los indicadores evaluados en la UBPC 2.

Indicador	Altura	Grosor	Tallo	Peso tallo	Peso cogollo	Hojas activas	Hojas secas	Biomasa
Altura	1							
Grosor	0,830	1						
Tallo	0,860	0,543	1					
Peso tallo	-0,433	-0,371	-0,733	1				
Peso cogollo	-0,613	-0,453	-0,878	0,970(*)	1			
Hojas activas	0,753	0,530	0,723	0,355	0,442	1		
Hojas secas	0,635	0,833	0,587	0,787	0,999	0,978	1	
Biomasa	-0,441	-0,378	-0,738	1,000(**)	0,971(*)	0,639	0,210	1

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

En la UBPC 1 (tabla 14), las variables en estudio se agruparon en tres componentes principales. En la primera se incluyeron la altura, el grosor del tallo, el peso de tallo y la biomasa. Esta componente extrajo el 42,43 % de la varianza total. La segunda componente estuvo compuesta por la cantidad de tallos por plantón y el número de hojas secas. Se pudo observar que la variabilidad extraída fue de 29,70 %. La tercera componente se caracterizó por el peso del cogollo y el número de hojas activas. Se puede observar que la variabilidad extraída fue de 27,86 %, para un 100% de la varianza total.

La expresión de la variabilidad adquiere notable trascendencia, ya que se relacionó, fundamentalmente, con variables estructurales tan importantes como el grosor del tallo, la altura de la planta, el peso del tallo y la biomasa producida. El peso del cogollo y las hojas activas estuvieron presentes en la tercera componente, con un acumulado de la varianza total de 100%.

El valor propio en todos los componentes fue superior a 1; este índice puede considerarse aceptable (Philippeau, 1986) en el momento de seleccionar cualquiera de las variables para futuros análisis, en función de dichos componentes de la arquitectura de las plantas.

Según plantea (Philippeau, 1986), el valor propio debe ser 1 o mayor que 1, para que la variabilidad correspondiente a cada indicador esté mejor relacionada con cada eje de acuerdo con este tipo de análisis.

Ello se pudo comprobar en el presente trabajo, en el que la variabilidad estuvo bien distribuida, ya que dicho indicador en todos los casos fue superior a 1. Por tal razón, todos los indicadores evaluados, se incluyeron en la agrupación de estas accesiones; estos criterios coinciden con lo planteado por Wencomo (2008).

Tabla 14. Resultados del ACP y relación entre los indicadores evaluados en la UBPC 1.

Indicadores	Componentes		
	1	2	3
Altura	0,703	-0,648	-0,294
Grosor	0,851	0,048	0,524
Tallo	0,240	0,961	-0,137
Peso tallo	0,990	0,137	0,044
Peso cogollo	0,014	-0,005	1,000
Hojas activas	0,480	-0,041	0,877
Hojas secas	0,008	0,999	0,034
Biomasa	0,954	0,107	0,280
Valor propio	3,395	2,376	2,229
Varianza (%)	42,434	29,705	27,861
Acumulado (%)	42,434	72,139	100,000

El criterio de Seguí y Machado (1992) es importante ya que plantearon que el conocimiento de las asociaciones de indicadores en el proceso de selección y evaluación de las especies y las variedades puede ser ventajosos o no, ya que cuando se selecciona para un indicador determinado, este puede estar asociado a otro indicador deseable o no.

Al realizar el análisis de componentes principales en la UBPC 2, se obtuvieron tres componentes, la cual explicó el 51,27%, 30,584% y 18,14 % respectivamente, de la variación total (tabla 15).

La primera componente, estuvo caracterizada por el número de tallos, el peso de los tallos, el peso del cogollo, las hojas activas, y la biomasa; la segunda componente por la altura de las plantas y el grosor de tallo y la tercera por las hojas secas. Fue notorio que en las condiciones de esta UBPC, la agrupación de las variables fue diferente a la de la UBPC 1.

En estas tres componentes todos los indicadores contribuyeron a expresar la variabilidad existente. Con este análisis se corroboró la estrecha relación entre los indicadores evaluados.

La variabilidad mostrada en ambas localidades a través de los indicadores mencionados anteriormente, puede que se deba a la alta relación que existió entre estos durante la etapa de evaluación, aspecto que permitió la agrupación de las variedades de caña de azúcar forrajeras. El alto porcentaje de la variación explicada por las componentes, sugiere que en estas condiciones, estos indicadores pueden discriminar bien las variedades en estudio.

Tabla 15. Resultados del ACP y relación entre los indicadores evaluados en la UBPC 2.

Indicadores	Componentes		
	1	2	3
Altura	-0,342	0,849	0,403
Grosor	-0,193	0,970	-0,148
Tallo	-0,721	0,491	0,489
Peso tallo	0,979	-0,171	0,114
Peso cogollo	0,951	-0,293	-0,098
Hojas activas	0,775	0,630	-0,056
Hojas secas	0,101	-0,001	0,995
Biomasa	0,977	-0,179	0,112
Valor propio	4,102	2,447	1,451
Varianza (%)	51,275	30,584	18,141
Acumulado (%)	51,275	81,859	100,000

En correspondencia con el alto valor alcanzado, en ambas localidades por la varianza acumulada y el valor propio de las componentes, es posible asumir que la variabilidad fenotípica fue suficientemente propicia para que estos indicadores fuesen incluidos, en su totalidad en el análisis de conglomerados y, de esta forma, determinar la diferenciación o similitud entre las especies y las accesiones.

En la UBPC 1, al analizar el dendrograma, se puede observar (fig. 1) la configuración de tres grupos. El grupo I formado por las variedades C137-81 y C86-503, el grupo II por la variedad C90-530 y el grupo III por la variedad B63-1188.

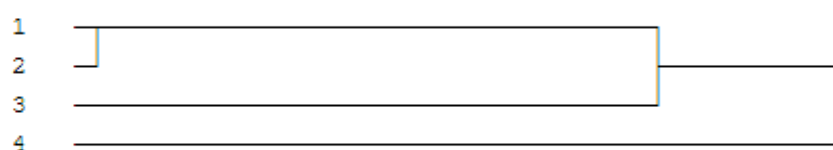


Fig. 1. Dendrograma en la localidad de la UBPC 1.

En la tabla 16, se expresan los estadígrafos de los grupos formados en la UBPC 1, donde se observan los valores medios de cada variable y de la desviación típica, en caso de que aparezcan.

En este análisis se observó que la variedad C90-530, perteneciente al grupo II aunque presentó una altura ligeramente menor, en comparación con la del grupo III (B63-1188) los tallos fueron más gruesos, tuvo mayor cantidad de tallos por plantón, el peso de los tallos fue

mayor, y la cantidad de biomasa producida también fue mayor, en comparación con las otras tres variedades evaluadas que se organizaron en el resto de los grupos.

Tabla 16. Distribución de los individuos, media y desviación estándar según el análisis de conglomerados, en la UBPC 1.

Indicador	Grupo I		Grupo II		Grupo III	
	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS
Altura	184,5250	12,55115	185,4500		192,0500	
Grosor	2,8300	0,21213	3,3300		2,9425	
Tallos	10,9250	0,10607	11,2500		6,8300	
Peso tallo	51,8838	2,39886	53,9375		51,5000	
Peso cogollo	10,1887	0,35179	11,0000		10,6250	
Hojas activas	8,6000	0,00000	9,9500		9,2000	
Hojas secas	8,7500	0,98995	9,2500		4,6500	
Biomasa	62,0638	1,94631	64,7500		62,1875	

También se puede mencionar que las variaciones no fueron tan altas debido a que las variedades provienen de un programa de selección, atendiendo al rendimiento de biomasa y la digestibilidad de la materia orgánica. Por otra parte, se puede destacar, que esta respuesta está asociado a la posibilidad que posee el genoma individual de las variedades estudiadas de responder o no al medio circundante (Hidalgo, 2003).

En la figura 2, se puede observar el análisis de conglomerado de la UBPC 2. En la misma se formaron tres grupos: el grupo I formado por las variedades C137-81 y C90-530, el grupo II formado por la variedad B63-118 8 y el grupo III formado por la variedad C86-503.

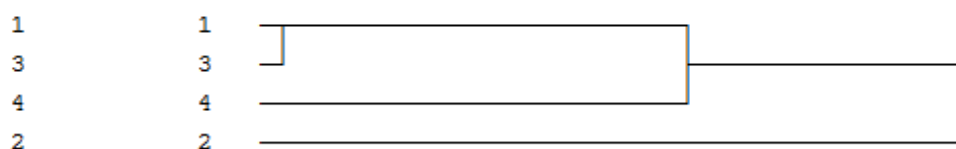


Fig. 2. Dendrograma en la localidad de la UBPC 2.

Como se puede observar las variedades respondieron y se agruparon de forma diferente a los ambientes donde fueron evaluadas.

En la tabla 17, se muestran los estadígrafos de cada variable estudiada de los diferentes grupos formados en el análisis de conglomerados.

Como se puede observar la variedad del grupo II, fue la que presentó una mayor intensidad en un grupo de variables evaluadas. Presentó mayor peso del cogollo, peso verde de los tallos, y biomasa.

El resto de los valores fueron discretos, debido quizás al hecho de que son variedades mejoradas genéticamente para estos mismos caracteres.

En cuanto a los caracteres de las plantas y específicamente en la caña de azúcar, Rodríguez y González (1984) plantean la necesidad de estudiar profundamente.

el cultivo con el cual se trabaja, por lo que se impone la necesidad de buscar mecanismos apropiados de identificación de patrones morfológicos a emplear; que utilizados con cierto rigor permitan distinguir entre una variedad y otra.

Tabla 17. Distribución de los individuos, media y desviación estándar según el análisis de conglomerados, en la UBPC 2.

Indicador	GRUPO I		GRUPO II		GRUPO III	
	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS
Altura	178,5750	9,65201	267,000		301,000	
Grosor	3,2025	0,07425	2,6700		3,0100	
Tallos	11,2000	0,28284	10,7000		10,5000	
Peso tallo	49,8838	6,17481	54,5000		52,2500	
Peso cogollo	9,9988	1,32759	11,2500		11,0625	
Hojas activas	9,2500	1,20208	8,7500		9,2500	
Hojas secas	8,5075	0,85913	9,6500		4,5500	
Biomasa	59,7913	7,36628	65,4000		62,6875	

Brett (1957), planteó la necesidad de realizar los estudios de caracterización morfológica de las variedades de caña de azúcar más cultivadas en el Sur de África y llamó la atención de evaluar variedades de una misma edad, tomando en cuenta el efecto de las condiciones ambientales en la morfología de las variedades para una posible comparación.

Por otra parte, Rea y De Sousa-Vieira (2001), plantearon que el comportamiento desigual de los genotipos en diferentes ambientes (interacción genotipo x ambiente) en ensayos de rendimientos es un reto para los fitomejoradores, por lo que se debe tener en cuenta en cualquier programa de evaluación y selección de variedades.

Jorge, García, González, Fernández y Díaz (1996) plantea que es necesario, durante la etapa de regionalización, determinar la magnitud de los efectos que ejercen el ambiente y la interacción entre los genotipos y los factores ambientales. En este sentido, Campbell y

Lafever (1977) plantean considerar estos componentes esenciales de la variación fenotípica en experimentos genéticos

El marcado efecto de la interacción genotipo ambiente reportado en diferentes países por un grupo de investigadores (Hill y Baylor, 1983; Bernal 1986; Estévez, Álvarez y González, 1988 y Jorge, García, González, Fernández y Díaz, 1996) han evidenciado la necesidad de estudiar los cultivares en sitios diferentes, pues su replicación en espacio y tiempo es una de las formas de reducir la misma.

Para las gramíneas de forma general, en experimentos de evaluación de variedades se ha demostrado la marcada influencia del ambiente sobre el comportamiento de las variedades en diferentes zonas de Cuba.

La influencia ambiental en los experimentos de evaluación y selección de variedades ha constituido un problema principal para los evaluadores; por ello, resulta imposible separar los efectos genéticos de los ambientales en la expresión fenotípica. Por esta razón, se hace necesario evaluar las variedades en diferentes localidades (desde las etapas iniciales) para las que van a ser recomendadas, con el objetivo de seleccionar las mejores adaptadas y por supuesto, de mayor producción. Estas razones obligaron a estudiar las cuatro variedades de caña de azúcar forrajeras en dos localidades diferentes.

Díaz, Rea, De Sousa, y Briceño (2003) plantearon que el rendimiento de azúcar y por ende de la caña de azúcar, está determinado principalmente por el componente varietal, el suelo, el manejo agronómico y el clima. El comportamiento de los diferentes genotipos en relación con el ambiente ha tenido especial atención por parte de los genetistas y fitomejoradores. La presencia de interacción entre el genotipo y el ambiente afecta la correcta evaluación de los procesos de selección. Esto obliga a evaluar los cultivares en diferentes áreas agroecológicas y así minimizar esta interacción (Rea y De Sousa-Vieira, 2002).

En este sentido, las variedades de caña de azúcar con destino para la ganadería, tuvieron un comportamiento diferente, aunque sin grandes diferencias, a pesar de que en la localidad 2, las precipitaciones fueron mayores. También se corroboró que las variables estudiadas permitieron hacer una mejor caracterización, ya que la varianza acumulada en la tercera componente fue de 100%.

Es conocido que la caña de azúcar, cuyo potencial genético aún está lejos de ser bien aprovechado, puede ser cultivada con técnicas mucho más apropiadas y sustentables, tanto en términos económicos como ecológicos, que las que hasta hoy se han venido "importando" de los países desarrollados, basadas en el uso intensivo de fertilizantes minerales y

plaguicidas. Por otra parte, la caña es una planta de características excepcionales, capaz de sintetizar carbohidratos solubles y material fibroso a un ritmo muy superior al de otros cultivos comerciales (Suárez Rivacoba y Morín, 2005). Esta propiedad le abre una posibilidad prácticamente infinita de aprovechamiento para la producción de cientos de derivados, en muchos casos de mayor valor agregado e importancia económica que el azúcar.

En este sentido, lo planteado anteriormente es ratificado por Salamanca (2008), quien enfatiza que es posible reducir la cantidad de fertilizantes convencionales empleados para nutrir los cultivos de caña de azúcar en el Valle del Cauca, aplicando los residuos de las cosechas agrícolas sin un proceso de compostaje. Además, ante la creciente demanda de abonos orgánicos en el país, se hace necesario contar con información tan válida como la obtenida en su trabajo, acerca de la forma de acción de enzimas bacterianas y del efecto que en el tiempo y el espacio, tienen sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

En este sentido, la biomasa producida, en ambas localidades, estuvo en el rango de 59 a 65 t/h, sin la aplicación de riego y fertilizantes minerales y orgánicos. Este rendimiento pudiera ser mejor, si se hubiese utilizado alguna práctica agroecológica. No obstante, esta alta productividad de la caña, en comparación con otras gramíneas, puede explicarse por su elevada eficiencia fotosintética, (Pereira *et al.*, 2008) que le permite una mayor utilización de la energía solar y consecuentemente, un mayor coeficiente de absorción del CO<sub>2</sub> atmosférico. Solamente por esto, el cultivo de la caña de azúcar representa un aporte ecológico de importancia como vía para aliviar el calentamiento de la atmósfera que se origina a través del llamado "efecto invernadero". Aun cuando no están disponibles estudios definitivos sobre la actividad fotosintética de la caña, a partir de algunos estudios, ha sido posible estimar, muy conservadoramente, una capacidad de fijación de carbono superior a 2 t/h/año, solamente comparable con la de los bosques deciduos de las zonas templadas (Acosta, 1992).

El manejo balanceado de los nutrientes es esencial para mejorar los rendimientos y mejorar la eficiencia en su uso, lo que beneficia por igual a los agricultores, la sociedad y el ambiente. En este sentido, no se debe pensar en la aplicación de los fertilizantes minerales, sino que se pudieran explotar los abonos orgánicos y los biofertilizantes, dentro de otras prácticas.

Una de estas prácticas para mejorar los rendimientos de la caña de azúcar, pudiera ser la rotación e intercalamiento de cultivos, donde se ha dado preferencia al uso de leguminosas como frijoles (*Phaseolus vulgaris*) y soya (*Glycine max*) entre otras, que además del aporte



económico que de por sí representan, contribuyen a mejorar la fertilidad de los suelos por la vía de la fijación de nitrógeno y otros efectos físicos y microbiológicos característicos de este tipo de cultivo.

Revisiones recientes de estudios conducidos en varias partes del mundo concluyen que entre el 30 y 50 % del rendimiento de los cultivos es atribuible a los nutrientes aplicados (Stewart, Dibb, Johnston y Smyth, 2005).

El aumento razonable de la productividad en las áreas agrícolas actuales contribuye a la conservación de los hábitats de la vida silvestre, al reducir la presión para derivar más tierras a la agricultura (Cabrera, y Zuaznábar, 2010).

Por otra parte, Martino (2003) señaló que la disponibilidad de agua es el factor que rige el desarrollo de los cultivos, porque afecta marcadamente la tasa de difusión de oxígeno, la temperatura y la resistencia mecánica de los suelos, (García, Sánchez, Vidal, Betancourt, y Rosa, 2010) por lo que los rendimientos obtenidos en las dos UBPCs donde se ejecutaron los experimentos, pudieran estar afectados también por esta causa.

Estos resultados son mayores a lo informado por Villalba, Ruiz, Acosta, Ramírez, Mendieta y Contrera (2009) en Paraguay, donde el rendimiento fluctuó de 41 a 57 t/h en los últimos 8 años. Por supuesto, que estas diferencias pudiera deberse al potencial genético de las variedades.

También, de acuerdo a los datos informados por Lorena (2008), el rendimiento alcanzado en este experimento, se encuentra dentro del promedio (64 t/h) de los siete países más productores en este cultivo, aunque son inferiores a otras variedades obtenidas en el plano internacional. Así, el Centro de Investigaciones “La Libertad” de Paraguay, seleccionó la variedad Cenicaña 8475, como la mejor alternativa para entregar a los ganaderos como suplemento nutricional. Esta variedad de caña además de tener una alta producción de forraje (tallos y hojas), con más de 80 toneladas por hectárea y por corte, se caracteriza por ser blanda, libre de pelusa, y el borde de hoja no aserrado; cualidades que facilitan su posterior manejo para el corte y acarreo (Anon, 2001).

Las variables estrechamente vinculadas a la producción de biomasa lo constituyeron la altura de la planta, el número de tallos por plantón, y el peso de los tallos por hectárea.

En cuanto a la altura de la planta, los valores de estas variedades, según se puede apreciar en las tablas 16 y 17, fueron ligeramente inferiores a lo informado por Villalba *et al.* (2009) donde este indicador osciló entre 2,00 y 4, 00 m mientras que el grosor de los tallos entre 2 y

5 cm; aunque aclaran estos investigadores que los resultados dependen de las variedades evaluadas.

Rincón (2005), al evaluar un grupo de variedades comerciales de caña de azúcar en Colombia, informó que como promedio de las evaluaciones realizadas durante dos años, en los cuatro meses secos (diciembre, enero, febrero y marzo), la variedad con mayor altura fue la Cenicaña con 4,15 m en el primer año y 3,03 m en el segundo año, resultados muy superiores a los obtenidos en este experimento.

Anon (2000), informó valores que afirman que la caña de azúcar es un cultivo duradero y muy autocompatible. Según la variedad y las condiciones locales, la planta puede tener entre 4 y 12 tallos, resultados que coinciden con lo obtenido en este experimento y que puede crecer hasta 3 - 5 m de altura.

Por otra parte, Almeida Silva de, Glauber, Maitto, Sorrilla y Bassetto (2010), informaron que la productividad de los tallos o colmos varió de 117 a 137,2 t/ha, a los 14 meses de edad. Encontraron diferencias entre los genotipos evaluados, ya que los mismos son un reflejo de la constitución genética inherente a cada una, lo que demuestra el potencial productivo de los cultivares. Silva, Cato, y Costa (2010) plantean que este carácter es importante para la economía de esta actividad agrícola. Estos resultados son superiores a los obtenidos en este experimento, debido quizás a que fueron variedades seleccionadas para la producción animal, y presentaron un aceptable rendimiento agrícola y una mayor cantidad de hojas.

Por otra parte, Rincón (2005) informó en Colombia que la producción más alta de tallos ( $P < 0,05$ ) se obtuvo en la variedad Cenicaña 8475 en el primer año con 66,7 t/ha. En el segundo año de evaluación, las variedades de mayor rendimiento fueron la Cenicaña 8475 y la Janorú 6419 con 60,7 y 61,7 t/ha de tallos respectivamente. Estos resultados también fueron superiores a los obtenidos en las dos UBPCs en que fueron evaluadas las cuatro variedades de caña de azúcar. Agregó además que la producción de hojas también fue superior significativamente en las variedades Cenicaña 8475 y Janorú 6419. Como promedio estas dos variedades en el primer año produjeron 15 t/ha y en el segundo año 23 t/ha.

Valdéz *et al.* (2005), en un estudio de evaluación de campo con mutantes de caña de azúcar de la variedad 'SP 70-1284' obtenidos por mutagénesis *in vitro*, obtuvieron valores muy cercanos a los planteados en el presente experimento en cuanto al grosor del tallo (2,84 a 3,17 cm).

Este es un cultivo que tiene muchas bondades nutricionales como alimento voluminoso, pero por su bajo porcentaje de proteínas, el contenido alto de fibra de lenta degradación ruminal,

la baja concentración minerales y la ausencia de nutrimentos sobrepasantes, se hace necesario manejar la ración que se le proporciona al ganado y que puede estar integrada por la caña de azúcar y Veranera (*Cratylia argentea*) u otra especie de leguminosa como fuente energética y proteínica respectivamente, según los resultados de Morales y Herrera. (2009). Esto debe repercutir sensiblemente en la producción y calidad de la leche, y debe aumentar la viabilidad económica de los productores.

## CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta los resultados alcanzados se puede considerar que estas variedades de caña forrajera pueden explotarse para la alimentación ganadera en el municipio de Puerto Padre.
- Con estas variedades se puede asegurar un forraje de mayor calidad y mejorar la alimentación de los animales en el periodo de sequía.
- Contribuirá a reducir las pérdidas de animales que mueren por falta de alimento.

## RECOMENDACIONES

- Que se extienda el uso de estas variedades a la base productiva.
- Continuar en la investigación de nuevas variedades con atributos forrajeros.
- Que se incluya en la enseñanza técnico profesional y en las carreras agropecuarias, el uso de la caña forrajera en la alimentación del ganado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. 1992. La caña de azúcar: una biomasa efectiva para disminuir las emisiones netas de CO<sub>2</sub>. IPCC/AFOS Canberra Workshop. Australia
- Almeida Silva, M. de; Glauber, J.; Marina Maitto; Sorrilla, Paula & Bassetto, Silmara. 2010. Produtividade de colmos e de sacarose em cana-de-açúcar em função da interação entre cultivares e maturadores. *Scientia Agraria*. 11 (4):323
- Álvarez, D. 1993. Preparación de suelos para la caña de azúcar. *Rev. ACPA*. (1):18
- Álvarez, Miriam. 1982. Una aplicación del método de la I-distancia a la selección de grupos de variedades de piña (*Ananas comosus* L. Merr). *Cultivos Tropicales*. 4(3):427
- Anon. 2000. Agricultura orgánica en el trópico y subtrópico. Caña de Azúcar. Asociación Naturland. 1a. ed.
- Anon. 2001. Nueva variedad de caña. <http://www.eltiempo.com /archivo/documento/mam-531125>. [14 noviembre 2011]
- AOAC. 1990. Official methods of analysis 11<sup>th</sup>.ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
- Baldocchi, D.; Kelleher, F.; Blzck, T.A. & Jarvis, P. 2000. Climate and vegetation controls on boreal zone energy exchange. *Global Change Biology*. 6:69
- Bernal, N. 1986. Clasificación de ambientes en las provincias de Holguín, Las Tunas y Granma en los estudios de regionalización de variedades de caña de azúcar. Ministerio del Azúcar. INCA. La Habana
- Bernal, N.; Morales, F.; Gálves, G. & Jorge, Ibis. 1997. Catálogo, variedades de caña de azúcar. Uso y manejo. INICA. Cuba
- Borrego, F.; Fernandez, J.M.; López, A.; Parga, V.M.; Murillo, Margarita & Carvajal, A. 1999. Correlación y componentes principales de variación en variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomía Mesoamericana*. 10 (2):61
- Brett, P.G.C. 1957. The identification of more important sugar cane varieties grown in África. *Sug. Assoc. Bull.* No 4.23 p.
- Cabrera, A. 2008. Caña de azúcar como fuente de forraje en el Chaco Central.<http://www.3130-cana-de-azucar-como-fuente-de-forraje-en-el-chaco-central>. [14 de noviembre 2011]
- Cabrera, A. 2010. Caña de azúcar como fuente de energía en el chaco central. <http://www.sectorproductivo.com.py/agricola/forrajes/pasturas/>. [10 agosto de 2011]

- Cabrera, J.A. & Zuaznábar, R. 2010. Respuesta de la caña de azúcar a la fertilización nitrogenada en un experimento de larga duración con 24 cosechas acumuladas. *Cultivos Tropicales*. 31 (1):93
- Campbell, L.G. & Lafever, H.N. 1977. Cultivars x environment interactions in soft red winter yield. *Crop. Sci.*17:604
- Castro, H. S. de; Andrade, L.A. de B.; Botrel, E.P.& Evangelista, A.R. 2009. Rendimentos agrícolas e forrageiros de três cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em diferentes épocas de corte. *Ciência e Agrotecnologia*. 33 (5):1336
- Chaves, S.M. 2008. Uso de la caña de azúcar como forraje. *Ventana Lechera. Revista Dos Pinos*. 3 (10):45
- Chaves Solera, M. 2007. Producción potencial de residuos agroindustriales por el sector azucarero costarricense. En: Primer Encuentro Nacional Sobre Uso de Derivados Agroindustriales de la Caña de Azúcar. Liberia, Guanacaste. Memoria. San José, Dirección de Investigación de la Caña de Azúcar; Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) y Escuela Agrícola de la Región Tropical Húmeda (EARTH)/ La Flor Centro Daniel Oduber
- Combella, Josefina de. 2000. Evaluación de la leucaena y de la gliricidia como bancos de proteína para suplementar ovinos. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería tropical”. EEPF “Indio Hatuey”, FAO. Matanzas. p. 262
- Crespo, G. 2006. Producción de biomasa de pastos tropicales. Conferencia. Instituto de Ciencias Animal. La Habana. Cuba. (Mimeo)
- Cuéllar I.A.; de León M.E.; Gómez A.; Piñón, Dolores; Villegas, R. & Santana, I. 2003. Caña de azúcar. Paradigma de sostenibilidad. Ed. PUBLINICA
- Díaz, A.; Rea, R.; De Souza, O. & Briceño, R. 2003. B80-408 y B80-549: nuevas variedades promisorias de caña de azúcar en Venezuela. *Caña de Azúcar*. 21 (1):3
- Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Las Tunas. 2010. Caña de azúcar como alimento animal. (Plegable)
- Estévez, Amaya; Cock, J., Hernández, Ana del Pilar, & Irving, G.E. 1995. Biología. En: Cenicaña. El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia. Cali
- Estévez, Ana; Álvarez, Miriam & González, María. 1988. Aplicación del análisis multivariado en la clasificación de variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*. 10 (4):66

- FAO. 1996. Producción de alimentos e impacto ambiental. Cumbre Mundial sobre la alimentación. Vol. II. p. 67
- FAO. 2009a. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2009. FAO, Roma. <http://www.fao.org/docrep/012/0876/>. [13-04-2009]
- FAO. 2009b. El estado de los mercados de productos básicos agrícolas 2009. Los precios altos de los alimentos y la crisis alimentaria. FAO, Roma. <http://www.fao.org/docrep/012/0854/>. [13-04-2009]
- Fernández, E.; Pedraza, C., Leal, Aylyn; Pacheco, Karelia & Pacheco, Yuliany, 2007. Avances en la producción y sostenibilidad de los pastos y forrajes para la producción de leche en el trópico. <http://www.monografias.com/trabajos43/pastos-y-forrajes/pastos-y-forrajes.shtml>. [12 septiembre 2012]
- Fernández, R.; Dávila, A. & del Toro, F. 1983. Botánica y fisiología de la caña de azúcar. Editorial Pueblo y Educación. La Habana
- Freire de Sousa, I.S. 2010. Rumbo a uma sociologia da agroenergía. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF.
- García, I.; Sánchez, Maritza; Vidal, M.L.; Betancourt, Y. & Rosa, J. 2010. Efecto de la compactación sobre las propiedades físicas del suelo y el crecimiento de la caña de azúcar. *Rev. Cien. Téc. Agr.* 19 (2)
- Gill, A.S. & Patil, B.D. 1985. Agroforestry studies of leucaena with sugarcane. *Leucaena Research Reports*. 6:35
- Gómez, I.; Espinosa, R. & Olivera, Yuseika. 2006. Selección de especies de leguminosas forrajeras en el Valle del Cauto. *Pastos y Forrajes*. 29:237
- González, J. 1977. Fitotecnia de la caña de azúcar. Editorial pueblo y Educación. Cuba
- González, J. 1997. Fitotecnia de la caña de azúcar. Editorial Pueblo y Educación. Cuba
- González, María C. 1991. Análisis de la variabilidad originada por el cultivo *in vitro* de semillas de la variedad Amistad-82 en condiciones salinas. *Cultivos Tropicales*. 12 (3):83
- Hernández, A. *et al.* 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba. 64 p.
- Hernández, D., Carballo, Mirta, Mendoza, C. & Fung, Carmen. 1994. Estudio del manejo de *Chloris gayana* cv. Callide para la producción de leche. I. Efecto de la oferta diaria de materia seca. *Pastos y Forrajes*. 17 (3):245



- Hernández, Marta; Sánchez, Saray & Simón, L. 2000. Árboles leguminosos como alternativa de fertilización para la caña forrajera. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 287
- Hernández, Marta; Simón, L. & Sánchez, Saray. 2004. Rendimiento forrajero de la caña de azúcar asociada a leguminosas arbóreas. I. Primer año de evaluación. *Pastos y Forrajes*. 27:51
- Herrera, R. 1983. La calidad de los pastos. En: Los Pastos en Cuba. Tomo 2. (Ed. J. Ugarte *et al.*). Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 59
- Hidalgo, R. 2003. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. En: Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos (Eds. T.L. Franco e R. Hidalgo). Boletín técnico No. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. p. 89
- Hill, R.R. & Baylor, J.E. 1983. Genotype-environment interactions analysis for yield in alfalfa. *Crop Sci*. 23:811
- Hopkinson, J.M. & Miller, C.P. 2000. Tropical pastures, the future. *Tropical grasslands*. 34:132
- Infante, Danay; Martínez, B.; González E. & González, Noyma 2009. *Puccinia kuehnii* (Krüger) Butler. And *Puccinia melanocephala* H. Sydow and P. Sydow. In: Sugarcane Crop. *Rev. Protección Vegetal*. 24 (1)
- Jorge H.; García H.; González, V.; Fernández, Zuleika & Díaz, R. 1996. Interacción genotipo ambiente en variedades de caña de azúcar en Cienfuegos. Comparación de métodos para la estimación de la estabilidad. *Rev. ATAC*. Vol. I La Habana
- Jorge H; Jorge Íbis & Bernal, N. 2010. Principios y conceptos básicos para el manejo de variedades y semillas de la caña de azúcar en la agroindustria azucarera cubana
- Jorge, H.; Jorge, Íbis & Segrera, Saddys. 2003. Programa de Fitomejoramiento. Impacto en la Producción Azucarera Cubana. PUBLINICA. La Habana
- Jorge, H.; Suárez, O.; García H.; Jorge Íbis; Santana, I; Hernández J. & Crespo, R. 2003. Diversificación de la caña de azúcar: Uso en la alimentación del ganado vacuno.
- Lima, J.A.; Evangelista, A.R. & Abreu, J.G. 2002. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com ureia ou farelo de soja. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39. Recife. Anais... Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [CD-ROM]

- Linares, Gladys; Acosta, Liliam & Sistach, Viviam. 1986. Estadística multivariada. (Ed. Gladis Linares). Universidad de La Habana. La Habana. 319 p.
- Lopes, A. & Evangelista, R. 2010. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. *R. Bras. Zootec.* 39 (5)
- López, W.G. 2010. Evaluación del ácido indol -3- butírico para la Inducción y desarrollo del sistema radicular en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp). Tesis presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala
- Lorena, Dora. 2008. Situación y perspectivas de los biocombustibles en el Perú. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Machado, R. & Núñez, C.A. 1993. Comportamiento y selección de variedades de *Centrosema* spp. asociadas a bermuda 68 bajo condiciones de pastoreo simulado. *Pastos y Forrajes*. 16:123
- Mancilla, L.E. 2002. Suplementación estratégica de los bovinos a pastoreo. Universidad Experimental de los Llanos "Ezequiel Zamora". [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/suplementacion](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion). [27-10-2009]
- Martino, D.L. 2003. Manejo de restricciones físicas del suelo en sistemas de siembra directa, Grupo de Riego, Agroclima, Ambiente y Agricultura Satelital (GRAS) del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay. Montevideo
- Mila, P.A. 2010. Especies forrajeras de corte tradicionales. Acovez-Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas. <http://www.acovez.org>. [15-8-2011]
- Molina, A.; Valdés, G. & Castillo, E. 2000. Alternativas tecnológicas para la producción de leche y carne en las actuales condiciones de Cuba. *ACPA*. 1:39
- Molina, L.R.; Ferreira, D.A.; & Gonçalves, L.C. 2002. Padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Recife. [CD-ROM]
- Morales, Y.R. & Herrera, J.S. 2009. Suplementación nutricional de veranera (*Cratylia argentea*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) a vacas productoras de leche. *Ciencia e Interculturalidad*. 4 (2):131
- Morejón, R.; Díaz, S. & Pérez, N. 2001. Aplicación de técnicas multivariadas en la clasificación morfoagronómica de genotipos de arroz obtenidas en la Estación Experimental "Los Palacios". *Cultivos Tropicales*. 22:43

- Morrison, D. 1967. Multivariate statistical methods. McGraw-Hill Book Company. New York. 150 p.
- Olivera, Yuseika. 2004. Evaluación y selección inicial de accesiones de *Brachiaria* spp. para suelos ácidos. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". 56 p.
- Oquendo, G. 2006. Uso de la caña de azúcar en la producción de forraje. Tecnologías para fomento y explotación de pastos y forrajes. Holguín, Cuba. 112 p.
- Ordóñez, J. 1996. Resultados del uso de residuos agrícolas y agroindustriales en la suplementación de bovinos a pastoreo. En: Ceba intensiva y semiintensiva: alternativa rentable al año 2000. Memorias Seminario Internacional CIPEC, Banco Ganadero. Pereira, 11 p.
- Ortega, M. Esther. 1987. Factores que afectan la digestibilidad del alimento en rumiantes. *Rev. Veterinaria. Mexico*. XVIII (1):55
- Paretas, J.J & González, A.1990. Ecosistemas y regionalización de pastos en Cuba. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, Ministerio de la Agricultura, Ed. Universidad de la Habana. 177 p.
- Pereira De Souza, Amanda; Gaspar, Marilia; Alves Da Silva, E.; César, Ulian E.; Waclawovsky, A.J.; Nishiyama, M.; Yutaka. Jr.; & Waclawovsky, A.J. 2008. Elevated CO<sub>2</sub> increases photosynthesis, biomass and productivity, and modifies gene expression in sugarcane. *Plant, Cell & Environment*. 31 (8):1116
- Pérez-Infante, F. 1977. Posibilidades de los pastos en el trópico. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 11:119
- Philippeau, G. 1986. Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. Services de Etudes Statistiques. ITCF. Lusignan, France. p. 4
- Pimentel, D. & Patzek, T.W. 2005. Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; biodiesel production using soybean and sunflower. *Natural Resources Research*. 14 (1):65
- Portieles, Roxana; Rodríguez, Raisa; Hernández, Ingrid; Canales, E. & Cornide, María, T. 2002. Determinación del número cromosómico de un grupo de clones silvestres de origen desconocido y clones de fundación del complejo *Saccharum*. *Cultivos Tropicales*. 23 (2):69
- Preston, T.R. 1989. La caña de azúcar como base de la producción pecuaria en el trópico. En: Sistemas de alimentación animal en el trópico basados en la caña de azúcar. Serie: Diversificación. Colección GEPLACEA. México. p. 79

- Preston, T. 1993. La caña de azúcar como base de la producción animal intensiva y fuente de energía renovable. CIPAV. Cali
- Preston, T.R. 2003. Producción agropecuaria sostenible: ¿Crisis u oportunidad? *ACPA*.1:34
- Pyankov, L.I.; Ziegler, H.; Akhani, H. & Deigele, Claudia. 2010. European plants with C<sub>4</sub> photosynthesis: geographical and taxonomic distribution and relations to climate parameters. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 163 (1):283
- Ramos, P.A. 2008. Evolução da agroindústria canavieira e os mercados de açúcar e de álcool carburante no Brasil: A necessidade de planejamento e controle. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46. Río Branco. Anais. Río Branco.
- Rea, R. & De Sousa-Vieira, O. 2001. Interacción genotipo x ambiente y análisis de estabilidad en ensayos regionales de caña de azúcar en Venezuela. *Caña de Azúcar*. 19:3
- Rea, R. & De Sousa-Vieira, O. 2002. Genotype by environment interactions in sugarcane yield trials in central-western region of Venezuela. *Interciencia*. 27 (11):620
- Rincón, A. 2005. Evaluación agronómica de variedades de caña de azúcar con potencial forrajero en el piedemonte llanero. Artículos Científicos. CORPOICA. <http://www.corpoica.org.co>. [10 agosto 2011]
- Rizzo, P. 2008. Servicio de información agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. El cultivo de la caña de azúcar en Cuba 2008. <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/azucar/cuba.htm>. [6 de enero 2011]
- Rodríguez, O.A. & González, R. 1984. Caracterización de variedades de caña de azúcar. *Caña de Azúcar*. 2 (2):89
- Roque, R.; Sosa, E. & Gómez, E. 2002. La caña de azúcar: una opción para la sostenibilidad de la unidad productiva. En: Foro Internacional "La caña de azúcar y sus derivados en la producción de leche y carne. Memorias [CD-ROM]. La Habana
- Rosales, R.R. 2006. Uso de la caña de azúcar en la alimentación animal. En: Memoria. Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16 Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). ATACORI. Heredia, Costa Rica. Tomo II. p. 859
- Salamanca, Claudia A. 2008. Efecto de las fuentes orgánicas obtenidas de los subproductos agroindustriales de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) y el plátano (*Musa* spp.)

- sobre la actividad microbiana y enzimática en el suelo. Maestría tesis. Universidad Nacional de Colombia
- Sánchez, J.A. 2003. Efectos de tratamientos de hidratación-deshidratación y choque térmico sobre la germinación y establecimiento de *Trichospermum mexicanum*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Instituto de Ecología y Sistemática. Departamento de Ecología Funcional. Ciudad de La Habana. 87 p.
- Sánchez, M.H. 2009. Tg. Producción agropecuaria. Caña forrajera. <http://mariohumbertosanchez.blogspot.com/2009/06/cana-forrajera-o-panelera-familia.html>. [13 agosto de 2011]
- Santos, A.C.A. 2008. Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para as condições edafoclimáticas de Aparecida do Taboado - MS Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção
- Seguí, Esperanza & Machado, Hilda. 1992. Estimación de la heredabilidad en hierba de guinea (*Panicum maximum* Jacq.). *Pastos y Forrajes*. 15:191
- Silva, M.A.; Cato, S.C. & Costa, A.G.F 2010. Produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar submetida à aplicação de biorregulador e fertilizantes líquidos. *Ciência Rural*. 40 (4):774
- Simón, L.; Hernández, I. & Ojeda, F. 1998. Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles. En: Los árboles en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 23
- Simón L.; López O. & Álvarez, D. 2010. Evaluación de vacas de doble propósito de genotipos Holstein x Cebú en sistemas de pastoreo arborizado. II. Bíparas. *Pastos y Forrajes*. 33:197
- Sinclair, T.R.; Gilbert, R.A.; Perdomo, R.E.; Shine Junior, J.M.; Powell, G. & Montes, G. 2004. Sugarcane leaf area development under field conditions in Florida, USA. *Field Crops Research*. 88:171
- Souza, P.J. de O.; Ribeiro, A.; Rocha, E.J.P da; Loureiro, R.S.; Bispo, C.J.C. & Sousa, A.M.L. 2010. Albedo da cultura da soja em área de avanço da fronteira agrícola na Amazônia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 14:65
- Suárez, H.; García, H.; Jiménez, N. & Rodríguez, E. 1989. Asociación y repetibilidad de algunos caracteres en clones de caña de azúcar. *Rev. ATAC*. 48 (6):2

- Suárez, O. 2002. Variedades de caña de azúcar para la alimentación del ganado vacuno. Tesis en opción a Master en Ciencias de la Producción con Rumiantes. 46 p.
- Suárez Rivacoba, R. & Morín, R. 2005. Caña de azúcar y sostenibilidad: Enfoques y experiencias cubanas. <http://www.desal.org.mx/spip/spip.php?article26>. [15 de junio 2012]
- Stewart, W.M.; Dibb, D.W.; Johnston, A.E. & Smyth, T.J. 2005. The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production. *Agron. J.* 97:1
- Streck, N.A.; Hanauer, Joana G.; Luana Fernandes, G.; Buske, Taise C.; Langner, & Josana Andréia. 2010. Leaf development and growth of selected sugarcane clones in a subtropical environment. *Pesq. agropec. bras.* 45 (10)
- Torres, Verena; Figueredo, J.; Lizazo, D. & Álvarez, A. 2006. Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. Informe técnico. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas. La Habana, Cuba
- Torres, Verena; Martínez, M.O. & Noda, Aida. 1993. Ejemplo de aplicación de técnicas multivariadas en diferentes etapas del proceso de evaluación de especies de pastos. I. Componentes principales. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 27:131
- Urdaneta, July. 2005. La caña de azúcar: una opción para el ganadero. En: Manual de Ganadería Doble Propósito. Estado Yaracuy, Venezuela. p. 231
- Valdéz, A.; Orellana, P.A. & Izquierdo, F. 2005. Evaluación en campo de mutantes de caña de azúcar de la variedad 'SP 70-1284' obtenidos por mutagénesis *in vitro*. *Biotechnología Vegetal.* 5 (1):3
- Valdéz, B.A. 1998. Evaluación agroindustrial de 12 clones de caña de azúcar en la Chontalpa, Tabasco. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México
- Van Dellewijn 1973. Botánica de la caña de azúcar. Editorial Pueblo y Educación. La Habana
- Vassallo, M. 2007. Caña de azúcar, mandioca y batata para forraje en la producción intensiva de carne. <http://www.produccion-animal.com.ar>. [10 de agosto 2011]
- Vega, L.E. 19?. Agroforestería andina en Colombia. Caña panalera con Caracolí (*Anacardium excelsum*), una combinación agroforestal singular. Bosques y Desarrollo. p. 17
- Vieira, B. 1997. Uso intensivo de pastagens. Comunicado Técnico No. 54. Gado de Corte. EMBRAPA. Campo Grande, Brasil. 10 p.

- Villalba, J.C.; Ruiz, T.R.; Acosta, Ninfa; Ramírez, Elsa L.; Mendieta, Cinthia C.; & Contrera, Laura L. 2009. Caña de azúcar en Paraguay. <http://www.monografias.com/trabajos86/cana-azucar-paraguay/cana-azucar-paraguay.shtml>. [16 noviembre 2011]
- Visuata, B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Vol. II. Estadística multivariante. (Ed. C. Fernández). Madrid, España. p. 24
- Wencomo, Hilda B. 2008. Evaluación morfoagronómica e isoenzimática y selección de accesiones de *Leucaena* spp. con fines silvopastoriles. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. San José de las Lajas, Cuba. 103 p.